

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN KAWASAN
*INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE* (TERSUS), SEDAYULAWAS,
BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR**

**WENING HANIFAH
NRP.1011140000133**

**ANNISA NOVITASARI
NRP.1011150000036**

**Dosen Pembimbing
Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP. 19641114 198903 1 004**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN KAWASAN
*INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE* (TERSUS), SEDAYULAWAS,
BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR**

**WENING HANIFAH
NRP.10111400000133**

**ANNISA NOVITASARI
NRP.10111500000036**

**Dosen Pembimbing
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP. 19641114.198903.1.004**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPII FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA 2018**



FINAL APPLIED PROJECT PROPOSAL- RC 145501

**DESIGN OF FLEXIBLE PAVEMENT
STRUCTURES OF INTEGRATED TANK
STORAGE TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE
(TERSUS) ROAD AREA, SEDAYULAWAS,
BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR**

**WENING HANIFAH
NRP.10111400000133**

**ANNISA NOVITASARI
NRP.10111500000036**

**Counselor Lecturer
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP. 19641114.198903.1.004**

**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
DEPARTEMENT VOCATIONAL FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTERGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS) SEDAYULAWAS,
BRODONG, LAMONGAN JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Ahli Madya pada
Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Surabaya, 24 Juli 2018

Disusun Oleh:

Mahasiswa 1



Wening Hanifah

NRP.10111400000133

Mahasiswa 2



Annisa Novitasari

NRP.10111500000036



Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing :

Ir. Rachmad Basuki, MS.

NRP.196411114 198903 1 003

26 JUL 2018

**DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN KAWASAN
*INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS), SEDAYULAWAS,
BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR***

Nama Mahasiswa I : Wening Hanifah
NRP : 10111400000133
Nama Mahasiswa II : Annisa Novitasari
NRP : 10111500000036
Dosen Pembimbing : Ir. Rachmad Basuki,Ms
NIP : 19641114 198903 1 004

ABSTRAK

Infrastruktur untuk transportasi merupakan prasarana yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan pembangunan ekonomi. Dengan adanya infrastruktur transportasi yang baik, kegiatan-kegiatan sektor ekonomi lainnya akan tumbuh dan berkembang. Perencanaan konstruksi perkerasan jalan yang baik diharapkan mampu memikul beban kendaraan yang melintas. Dengan demikian akan memberikan kenyamanan kepada pengguna jalan selama umur rencana. Perencanaan perkerasan yang digunakan pada proyek tersebut sebelumnya menggunakan perkerasan *Concrete Block* (Paving) K.500. Pemasangan *Concrete Block* (Paving) K.500 yang kurang cocok akan mudah bergeser dari susunan pemasangannya sehingga menjadi renggang dan tidak rata. Apabila paving bergelombang dan mengalami pergeseran akan menghambat jalannya kendaraan dan bisa terjadi kecelakaan. Maka dari itu, pada penulisan Tugas Akhir ini kami merencanakan menggunakan perkerasan yang berbeda, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Desain perkerasan lentur jalan Kawasan *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service* ini dibangun dengan

umur rencana (UR) 20 tahun. Desain meliputi kontrol geometrik jalan berdasarkan Geometrik Jalan RSNI T-14-2004 dan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Perencanaan tebal perkerasan lentur berdasarkan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Analisa Metode Komponen, perencanaan drainase berdasarkan Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994, rencana anggaran biaya berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Lamongan 2017.

Dari hasil perhitungan desain jalan direncanakan memiliki 4 lajur 2 arah untuk Long A dan 2 lajur 2 arah untuk Long B, C, dan D . Long A memiliki tikungan sejumlah 11 tikungan, Long B 6 tikungan, Long C 1 tikungan, dan long D 3 tikungan. Untuk jalan 4 lajur 2 arah lapisan perkerasan berupa sirtu sebesar 45 cm , Batu Pecah 20 cm dan tebal Laston sebesar 10 cm. Untuk jalan 2 lajur 2 arah lapisan perkerasan berupa sirtu sebesar 41 cm , Batu Pecah 25 cm dan tebal Laston sebesar 10 cm Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 61,495,372,818 (Terbilang Enam Puluh Satu Milyar Empat Ratus Sembilan Puluh Lima Juta Tiga Ratus Tujuh Puluh Dua Ribu Delapan Ratus Delapan Belas Rupiah).

Kata Kunci : *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service (TERSUS), Perkerasan Lentur*

**DESIGN OF FLEXIBLE PAVEMENT STRUCTURES OF
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND LOGISTIC
SERVICE (TERSUS) ROAD AREA, SEDAYULAWAS,
BRONDONG, LAMONGAN, EAST JAVA.**

Student Name I : Wening Hanifah
NRP : 10111400000133
Student Name II : Annisa Novitasari
NRP : 10111500000036
Counselor Lecturer : Ir. Rachmad Basuki,Ms
NIP : 19641114 198903 1 004

ABSTRACT

Infrastructure for transportation is a very important infrastructure in supporting the success of economic development. With good transport infrastructure, other economic sector activities will grow and develop. Good road pavement construction planning is expected to bear the burden of vehicle passing. Thus it will provide convenience to road users during the life of the plan. The pavement planning used on the project previously used Concrete Block (Paving) K.500 pavement. The incorrect installation of Concrete Block (Paving) K.500 will easily shift from the mounting arrangement to become tenuous and uneven. If paving corrugated and experiencing a shift will hamper the vehicle and can happen accident. So from that, in writing this Final Project we plan to use different pavement, the flexible pavement.

The pavement stretch road design The Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service area is built with 20 years design life. The design includes road geometric control based on Geometrik Jalan RSNI T-14-2004 dan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Planning of flexible pavement thickness based on Planning Guidance on

Roadside Flexible Pavement With Component Method Analysis, drainage planning based on Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994 , cost budget plan based on Lamongan 2017 Activity Unit Price Unit.

From the road design calculation results are planned to have 4 2-way lanes for Long A and 2 lane 2 directions for Long B, C, and D. Long A has curves of 11 bends, Long B 6 bends, Long C 1 bend, and long D 3 bends. For road 4 lanes 2 way pavement layer of sirtu 45 cm, Broken Stone 20 cm and thick Laston of 10 cm. For road 2 lane 2 way pavement layer of sirtu 41 cm, Stone Split 25 cm and thick Laston of 10 cm Budget plan required amounted to Rp 61,495,372,818 (Counted Sixty One Billion Four Hundred Ninety Five Million Three Hundred Seventy Two Thousand Eight Hundred Eighteen Rupiah)

Keywords : Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service (TERSUS),Flexible Pavement

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Sang Maha Pencipta dan Pengatur Alam Semesta, berkat Ridho Nya, penulis akhirnya mampu menyelesaikan tugas akhir terapan yang berjudul **“DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN KAWASAN *INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE* (TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR”** dengan baik dan dapat di presentasikan dalam sidang tugas akhir terapan.

Dalam menyusun tugas akhir terapan, tidak sedikit kesulitan dan hambatan yang penulis alami, namun berkat dukungan, dorongan dan semangat dari orang terdekat, sehingga penulis mampu menyelesaikannya. Oleh karena itu penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Rachmad Basuki, MS. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan yang telah membimbing kami sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan baik.
2. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan.
3. PT. Natpac Graha Arthamas selaku pemilik proyek yang telah memberi data dan mengijinkan penulis mengambil data lapangan.
4. Teman-teman Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS yang telah memberikan semangat dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.

5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan material serta selalu mendoakan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir Terapan.
6. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Tugas Akhir Terapan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa ini masih banyak kesalahan, maka dari itu kami mengharapkan adanya kritik maupun saran yang membangun dari semua pihak .

Surabaya 8 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	<i>vi</i>
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKAA	9
2.1 Klasifikasi Jalan	9
2.1.1Klasifkasi Menurut Fungsi Jalan.....	9
2.1.2Klasifkasi Menurut Kelas Jalan.....	9
2.1.3Klasifkasi Menurut Medan Jalan	11
2.2 Kriteria Perencanaan	11
2.2.1 Kendaraan Rencana	11
2.2.2 Kecepatan Rencana.....	11
2.3 Bagian Jalan.....	12
2.3.1Ruang Manfaat Jalan	12
2.3.2Ruang Milik Jalan	13
2.3.3Ruang Pengawasan Jalan	13
2.4 Penampang Melintang.....	13
2.4.1 Komposisi Penampang Melintang	13
2.4.2 Jalur Lalu Lintas	14
2.4.3 Lajur.....	17
2.4.4 Bahu Jalan	17

2.4.5	Median	18
2.5	Alinyemen Horizontal	19
2.5.1	Jari Lengkung Minimum	19
2.5.2	Lengkung Peralihan	19
2.5.3	Tikungan	21
2.5.4	Kebebasan Samping	28
2.5.5	Pelebaran Perkerasan	29
2.6	Alinyemen Vertikal	31
2.6.1	Lengkung Vertkal.....	31
2.7	Perencanaan Tebal Perkerasan.....	33
2.7.1	Lalu Lintas	33
2.7.2	Daya Dukung Tanah	37
2.7.3	Faktor Regional	38
2.7.4	Indeks Permukaan	39
2.7.5	Koefisien Kekuatan Relatif	41
2.7.6	Batas Tebal Perkerasan	44
2.8	Perencanaan Sistem Drainase	46
2.8.1	Umum	46
2.8.2	Kemiringan Melintang.....	46
2.8.3	Selokan Samping	48
2.8.4	Gorong-gorong	51
2.8.5	Debit Aliran	54
2.8.6	Penampang Basah	61
2.8.7	Tinggi Jagaan	64
2.8.8	Kemiringan Selokan	64
2.8.9	Kemiringan Tanah	65
2.8.10	Perhitungan Debit	67
2.8.11	Perhitungan Dimensi	69
2.9	Rencana Anggaran Biaya	70
2.9.1	Umum	70
BAB III METODOLOGI		73
3.1	Lokasi Studi	73
3.2	Tahap Persiapan	73
3.3	Metode Pengumpulan Data	73
3.4	Tahap Pelaksanaan	74

3.4.1 Pengumpulan Data	75
3.4.2 Survey Lokasi	75
3.4.3 Analisa dan Pengolahan Data	75
3.5 Diagram Alir	77
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	85
4.1 Umum	85
4.2 Pengumpulan Data	85
4.2.1 Peta Lokasi	85
4.2.2 Data Geometrik Jalan	86
4.2.3 Data CBR	87
4.2.4 Data Kapasitas Tangki	89
4.2.5 Data Curah Hujan	91
4.2.6 Gambar Long Section	94
BAB V ANALISA PERHITUNGAN DATA	95
5.1 Analisa Data Lalu Lintas	95
5.2 Analisa Geometrik Jalan.....	96
5.2.1 Alinyemen Horizontal	86
5.2.2 Alinyemen Vertikal	107
5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan	114
5.4 Perencanaan Saluran Tepi	128
5.4.1 Analisa Hidrologi	128
5.4.2 Perhitungan Debit	134
5.4.3 Perhitungan Dimensi	150
5.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	163
5.5.1 Perhitungan Volume	163
5.5.2 Harga Satuan Pokok Kegiatan	171
5.5.3 Rekapitulasi Biaya.....	180
BAB VI PENUTUP	183
6.1 Kesimpulan	183
6.2 Saran	184
DAFTAR PUSTAKA	185

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek	5
Gambar 1.2 Lokasi dan Kondisi Eksisting	6
Gambar 1.3 Long A STA 0 + 750	7
Gambar 1.4 Long D STA 0 + 300	7
Gambar 1.5 Long C STA 0 + 250.....	7
Gambar 1.6 Long B STA 0 + 150.....	7
Gambar 2.1 Bagian Jalan	12
Gambar 2.2 Penampang Melintang Jalan Tipikal	13
Gambar 2.3 Penampang Melintang Jalan Trotoar	14
Gambar 2.4 Penampang Melintang Jalan Median.....	14
Gambar 2.5 1 Jalur – 2 Lajur – 2 Arah (2/2 TB)	14
Gambar 2.6 1 Jalur – 2 Jalur – 1 Arah (1/2 TB).....	15
Gambar 2.7 2 Jalur – 4 Lajur – 2 Arah (4/2 TB)	15
Gambar 2.8 2 Jalur – 4 Lajur – 2 Arah (4/2 B).....	15
Gambar 2.9 2 Jalur – 6 Lajur – 2 Arah (6/2 B).....	16
Gambar 2.10 Kemiringan Melintang.....	17
Gambar 2.11 Median Direndahkan dan Ditinggikan	18
Gambar 2.12 Contoh Tikungan Full Circle	22
Gambar 2.13 Diagram Superelevasi Lengkung circle	23
Gambar 2.14 Contoh Tikungan Spiral-Circle-Spiral	24
Gambar 2.15 Diagram Superelevasi S-C-S	25
Gambar 2.16 Contoh Tikungan Spiral Spiral.....	26
Gambar 2.17 Diagram Superelevasi S-S	27
Gambar 2.18 Pelebaran Jalan	31
Gambar 2.19 Lapis Perkerasan Lentur	34
Gambar 2.20 Korelasi DDT dan CBR	38
Gambar 2.21 Sistem drainase permukaan	46
Gambar 2.22 Kemiringan melintang normal.....	47
Gambar 2.23 Kemiringan melintang tikungan.....	48
Gambar 2.24 Pematah arus	50
Gambar 2.25 Bagian gorong – gorong	52
Gambar 2.26 Tipe penampang gorong – gorong	53
Gambar 2.27 Kurva Basis	55

Gambar 2.28 Kurva Perencanaan	56
Gambar 2.29 Batas daerah pengaliran	59
Gambar 2.30 Selokan bentuk trapesium.....	61
Gambar 2.31 Selokan bentuk segi empat	62
Gambar 2.32 Tinggi jagaan (W).....	64
Gambar 2.30 Kemiringan tanah.....	65
Gambar 3.1 Diagram Alir Peyelelesaian	78
Gambar 3.2 Bagan Alir Perencanaan Geometrik Jalan	79
Gambar 3.3 Bagan Alir Perkerasan Jalan.....	80
Gambar 3.4 Bagan Alir Debit Aliran.....	81
Gambar 3.5 Bagan Alir Dimensi Selokan	82
Gambar 3.6 Bagan Alir RAB	83
Gambar 5.1 Truk tangki minyak.....	114
Gambar 5.2 Konfigurasi Sumbu Kendaraan.....	117
Gambar 5.3 Penampang U-ditch	152

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	10
Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan.....	10
Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana.....	11
Tabel 2.4 Kecepatan Rencana (VR)	12
Tabel 2.5 Lebar Jalur dan Bahu Jalan	16
Tabel 2.6 Lebar Lajur Ideal	17
Tabel 2.7 Lebar Minimum Median.....	18
Tabel 2.8 Hubungan Parameter Perencanaan.....	20
Tabel 2.9 Panjang Jari – Jari Minimum	21
Tabel 2.10 Landai Maksimum	24
Tabel 2.11 Koefisien Distribusi Kendaraan	35
Tabel 2.12 Angka Ekvivalen (E).....	36
Tabel 2.13 Faktor Regional (FR)	39
Tabel 2.14 Indeks Permukaan awal.....	40
Tabel 2.15 Indeks Permukaan Akhir.....	41
Tabel 2.16 Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	42
Tabel 2.17 Tebal Minimum Lapis Permukaan.....	44
Tabel 2.18 Tebal Minimum Lapis Pondasi	45
Tabel 2.19 Kemiringan melintang	47
Tabel 2.20 Kecepatan aliran air	48
Tabel 2.21 Hubungan kemiringan dan jenis material	49
Tabel 2.22 Hubungan kemiringan dan pematih arus.....	50
Tabel 2.23 Tipe penampang selokan.....	51
Tabel 2.24 Periode Ulang	56
Tabel 2.25 Nilai Y_n	57
Tabel 2.26 Nilai S_n	57
Tabel 2.27 Hubungan kondisi permukaan dengan n_d	58
Tabel 2.28 Hubungan kondisi permukaan dengan C	60
Tabel 2.29 Hubungan debit dengan kemiringan talud	62
Tabel 2.30 Harga n untuk rumus manning	66
Tabel 4.1 Desain Geometrik Jalan.....	85
Tabel 4.2 Data CBR Limestone	86
Tabel 4.3 Data Curah Hujan STA Brondong	90

Tabel 5.1 Jenis dan Jumlah Tikungan.....	97
Tabel 5.2 Data perencanaan geomrtrik.....	97
Tabel 5.3 Perhitungan tikungan SCS.....	106
Tabel 5.4 Perhitungan tikungan SS.....	106
Tabel 5.5 Indeks Permukaan Akhir.....	120
Tabel 5.6 Data curah hujan Stasiun Brondong.....	129
Tabel 5.7 Periode ulang Yt.....	130
Tabel 5.8 Nilai Yn.....	131
Tabel 5.9 Nilai Sn.....	131
Tabel 5.10 Hubungan kondisi permukaan dengan C.....	134
Tabel 5.11 Hubungan kondisi permukaan dengan nd.....	135
Tabel 5.12 Kecepatan aliran air.....	137
Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Debit.....	140
Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Kemiringan.....	152
Tabel 5.15 Dimensi U-ditch.....	153
Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi.....	156
Tabel 5.17 Harga Satuan Dasar.....	172
Tabel 5.18 Harga Satuan Pokok Kegiatan.....	174
Tabel 5.19 Rekapitulasi Harga.....	183

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pembangunan jalan merupakan kebutuhan yang sangat vital sebagai pendukung utama dinamika dan aktivitas ekonomi baik di pusat maupun di daerah, pengembang wilayah serta sebagai prasarana penunjang yang utama bagi perekonomian nasional seperti pembangunan Oil Tank Terminal yang sedang berkembang di berbagai wilayah di Indonesia salah satunya Kabupaten Lamongan. Proyek pembangunan Oil Tank Terminal ini merespons meningkatnya permintaan fasilitas untuk mendukung kegiatan bisnis bahan kimia cair dan bahan bakar dari pihak industry. Dengan kata lain jalan juga memiliki manfaat strategis dengan menciptakan *multiplier effect* bagi perekonomian nasional dengan menghubungkan pusat-pusat ekonomi yaitu pusat produksi, pusat distribusi dan pusat pemasaran.

Proyek ini melaksanakan pembangunan *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service* (Tarsus) PT Natpac Graha Artha. Kawasan tersebut akan dibangun terminal tangki penyimpanan terpadu bahan bakar dan kimia yang terintegrasi dengan dermaga di Pelabuhan Brondong Sedayulawas, Lamongan Jawa Timur. Keberadaan Oil Tank Terminal ini juga sebagai dukungan bagi pemerintah untuk meningkatkan peningkatan cadangan minyak nasional dari 17 hari menjadi 30 hari seperti yang ditargetkan pemerintah. Pada proyek pembangunan *Oil Tank Terminal* termasuk didalamnya dibangun jalan sebagai sarana transportasi kendaraan – kendaraan berat pengangkut bahan bakar dan bahan kimia cair yang keluar masuk kawasan dengan panjang 2,95 km. Selain itu Proyek tersebut didalamnya akan dibangun dermaga, area perkantoran dengan luas lahan 51.244 m², dan area tangki penyimpanan bahan bakar dan kimia cair dengan luas 119.618 m².

Pembangunan jalan yang baik dari segi kualitas maupun kuantitas harus mampu mengimbangi pertumbuhan jumlah kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Tetapi dalam kenyataannya terjadi ketidakseimbangan antar keduanya sehingga kapasitas jalan yang ada tidak sesuai lagi. Pelayanan jalan yang baik, aman, nyaman dan lancar akan dapat terpenuhi jika lebar jalan yang cukup dan tikungan-tikungan yang ada dibuat berdasarkan persyaratan teknis geometrik jalan raya maupun menyangkut tebal perkerasan jalan itu sendiri, sehingga kendaraan yang melewati jalan tersebut dengan beban dan kecepatan rencana tertentu dapat melaluinya dengan aman dan nyaman.

Pembangunan *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service* (Tarsus) sesuai dengan permintaan owner, sebelumnya akan didesain menggunakan *Concrete Block* (Paving) K.500. Biasanya konstruksi perkerasan paving block terdiri dari lapisan sub grade (tanah dasar), lapisan sub base, dan lapisan base. Untuk lapisan alas biasanya menggunakan abu batu yang kemudian baru lapisan paving block. Celah antar paving harus diisi pasir halus atau abu batu. Paving block akan mudah bergelombang apabila pondasi atau struktur dasarnya tidak padat dan kuat. Selain itu apabila terjadi pemasangan yang kurang cocok akan mudah bergeser dari susunan pemasangannya sehingga menjadi renggang dan tidak rata.

Kendaraan yang akan melewati jalan tersebut adalah kendaraan berat pengangkut bahan bakar dan kimia. Kelemahan dari penggunaan paving yaitu permukaannya yang bergelombang membuat pengemudi kurang nyaman serta guncangan yang ditimbulkan bisa menyebabkan terjadinya kecelakaan mengingat muatan yang diangkut merupakan bahan-bahan yang mudah terbakar. Selain itu celah antar paving rawan ditumbuhi gulma sehingga perlu pembersihan secara berkala yang tentunya akan memakan biaya perawatan. Beban lalu lintas yang berat juga kurang cocok untuk perkerasan paving block dikarenakan distribusi beban dari permukaan yang kurang sempurna. Dengan

demikian penulis berencana akan mendesain ulang dari paving block K-500 menjadi perkerasan lentur (*flexible pavement*)

.Selain itu pemilihan perencanaan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*) daripada perkerasan kaku (*rigid pavement*) karena beban lalu lintas ringan sampai sedang apabila menggunakan perkerasan kaku akan lebih mahal dibandingkan perkerasan lentur, terutama di daerah yang pelaksanaan konstruksi jalan tidak begitu mengganggu lalu lintas. Perkerasan kaku dapat menjadi pilihan yang lebih murah untuk jalan perkotaan dengan akses terbatas bagi kendaraan yang sangat berat. Pada area yang terbatas, pelaksanaan perkerasan kaku akan lebih mudah dan cepat daripada perkerasan lentur.

Hal-hal yang akan dibahas antara lain geometrik jalan, mengetahui tebal lapis perkerasan, drainase jalan, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Perencanaan ini diharapkan dapat memperlancar arus lalu lintas atau mobilisasi baik manusia maupun barang dan jasa yang bertujuan untuk menunjang perkembangan ekonomi di daerah Jawa Timur, sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan uraian diatas masalah yanag akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merencanakan geometrik jalan agar memperoleh jalan yang sesuai dengan fungsi dan kelas jalannya.
2. Bagaimana perencanaan tebal perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) metode Analisa Komponen-Bina Marga.
3. Bagaimana merencanakan drainase jalan agar sesuai dengan kebutuhan.
4. Bagaimana Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan perencanaan tebal perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

1.3 Tujuan

1. Mampu membuat geometrik jalan yang sesuai dengan perencanaan.
2. Mengetahui besarnya tebal perkerasan yang sesuai kondisi lapangan.
3. Mampu membuat drainase jalan yang sesuai dengan kebutuhan.
4. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan.

1.4 Manfaat

1. Mendapatkan alinyemen jalan (horizontal dan vertikal) dengan baik yang sesuai dengan perencanaan.
2. Memperoleh tebal perkerasan dengan metode Bina Marga yang sesuai kondisi lapangan.
3. Mendapatkan ukuran saluran drainase yang baik sesuai dengan kebutuhan.
4. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan.

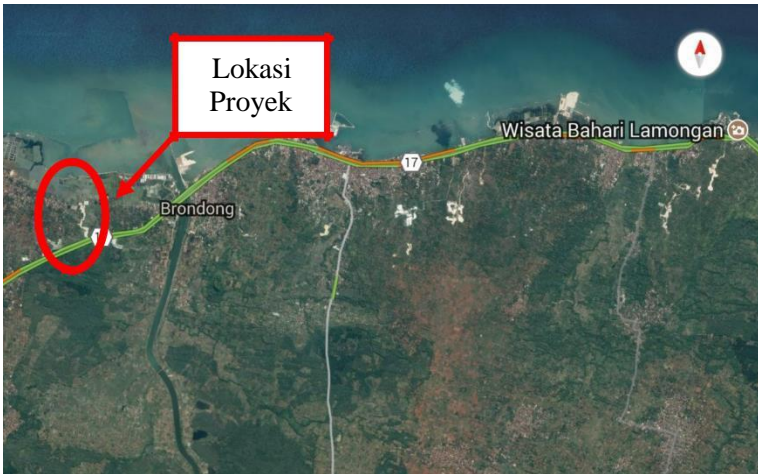
1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis memiliki beberapa batasan masalah yaitu:

1. Perhitungan tebal perkerasan lentur jalan dengan metode Analisa Komponen (Bina Marga)
2. Perencanaan geometrik jalan dengan menggunakan metode Bina Marga.
3. Perencanaan drainase jalan dengan menggunakan metode Bina Marga
4. Tidak membahas masalah pembebasan lahan.
5. Tidak membahas metode pelaksanaan di lapangan.
6. Tidak membahas bangunan struktur dibawah perkerasan jalan.

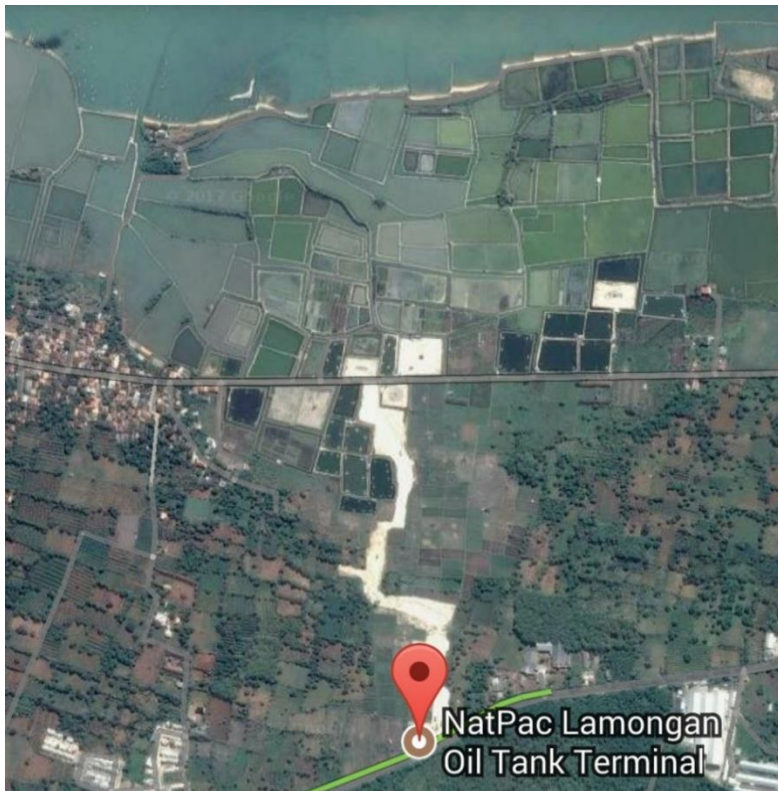
1.6 Peta Lokasi

Peta lokasi pembangunan proyek *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service* (Tarsus) dapat dilihat pada gambar 1.1 dan gambar 1.2 berikut :



Gambar 1.1 Lokasi Proyek

Sumber : Google Maps



Gambar 1.2 Lokasi dan kondisi eksisting
Sumber : Google Maps

Berdasarkan hasil survey di lapangan mengenai kondisi eksisting jalan kawasan integrated tank storage terminal, Brondong, Sedayulawas, lamongan, Jawa Timur dapat dilihat seperti gambar 1.3 s/d 1.6 berikut.



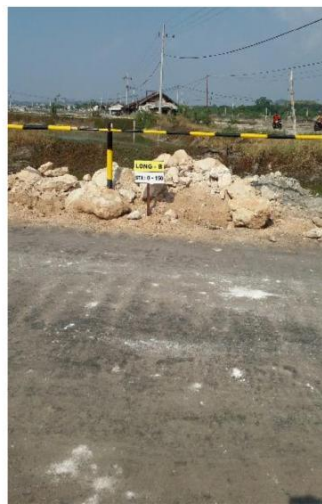
Gambar 1.3 Long A STA 0 + 750
Sumber: Hasil Survei



Gambar 1.4 Long D STA 0 + 300
Sumber: Hasil Survei



Gambar 1.5 Long C STA 0 + 250
Sumber: Hasil Survei



Gambar 1.6 Long B STA 0 + 150
Sumber: Hasil Survei

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

2.1.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi atas:

1. Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul / pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.1.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

1. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton
2. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam tabel 2.1 (Pasal 11, PP. NO. 43/1993)

Tabel 2.1 Tabel 1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat, MST (ton)
Arteri	I	> 10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2.1.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

1. Medan Jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur
2. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan

Golongan Medan	Lereng Melintang (%)
Datar (D)	< 3
Perbukitan (B)	3 – 25
Pegunungan (G)	> 25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

3. Keceragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

2.2 Kriteria Perencanaan

2.2.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik jalan luar kota. Kendaraan Rencana dikelompokkan kedalam 3 kategori:

1. Kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang.
2. Kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as.
3. Kendaraan besar, diwakili oleh truk semi trailer.

Untuk menentukan kendaraan rencana dapat dilihat pada table 2.3

Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Maks	
Kendaraan Kecil (LV)	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang (NXH)	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar (LB/LT)	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana (V_R) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam. V_R untuk masing-masing fungsi jalan dapat dilihat pada table 2.4

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana (VR) Sesuai Klasifikasi Medan Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R , (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

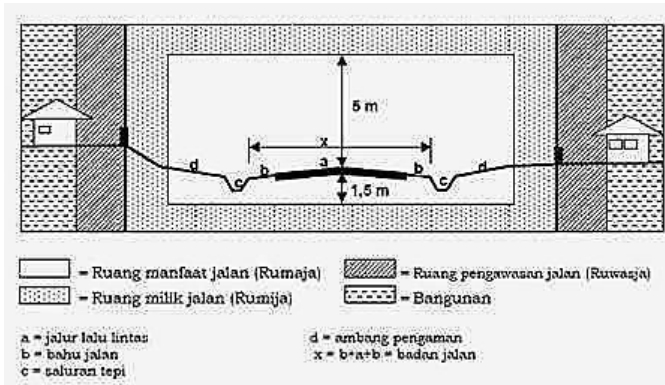
Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2.3 Bagian Jalan

2.3.1 Ruang Manfaat Jalan

Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA) dibatasi sesuai gambar 2.1

- Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan
- Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerasaan pada sumbu jalan
- Kedalaman ruang bebas 1.5 meter di bawah muka jalan



Gambar 2.1. Ruang Manfaat Jalan, Ruang Milik Jalan, Ruang Pengawasan Jalan

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2.3.2 Ruang Milik Jalan

Ruang Milik Jalan (RUMIJA) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Rumaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter.

2.3.3 Ruang Pengawasan Jalan

Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA) adalah runag sepanjang jalan diluar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut :

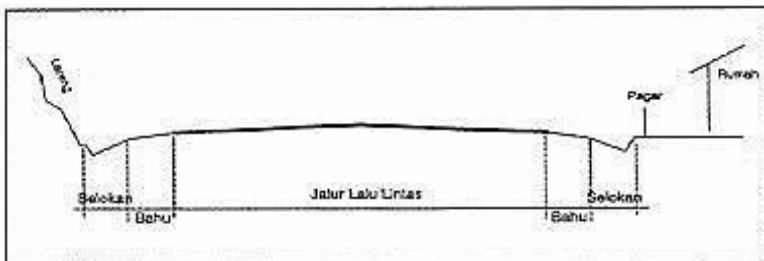
1. Jalan Arteri minimum 20 meter
2. Jalan Kolektor minimum 15 meter
3. Jalan Lokal minimum 10 meter

2.4 Penampang Melintang

2.4.1 Komposisi Penampang Melintang

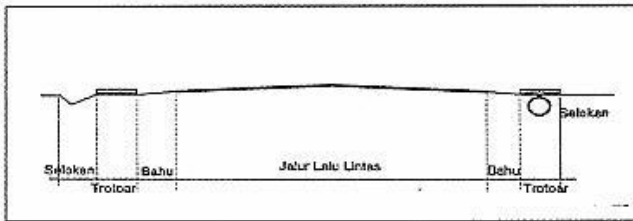
Penampang melintang jalan sesuai gambar 2.2 sampai dengan gambar 2.4 terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut :

1. Jalur lalu lintas
2. Median dan jalur tepian (kalau ada)
3. Bahu jalan
4. Jalur pejalan kaki
5. Selokan
6. Lereng



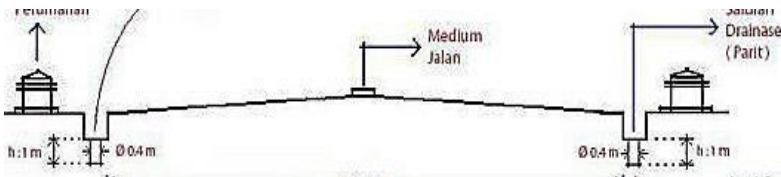
Gambar 2.2 Penampang Melintang Jalan Tipikal

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)



Gambar 2.3. Penampang Melintang Jalan Tipikal yang dilengkapi Trottoar

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)



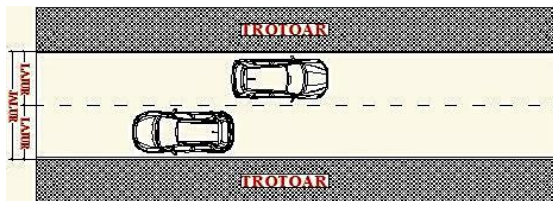
Gambar 2.4. Penampang Melintang Jalan Tipikal yang Dilengkapi Median

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2.4.2 Jalur Lalu Lintas

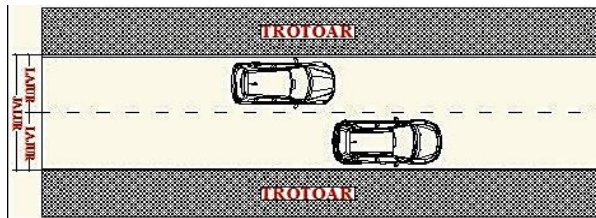
Jalur lalu lintas seperti gambar 2.5 sampai dengan 2.9 terdiri atas beberapa tipe yaitu :

1. 1 jalur-2 lajur-2 arah (2/2 TB)
2. 1 lajur-2 lajur-1 arah (2/1 TB)
3. 2 jalur-4 lajur-2 arah (4/2 B)
4. 2 jalur-n lajur-2 arah (n/2 B)



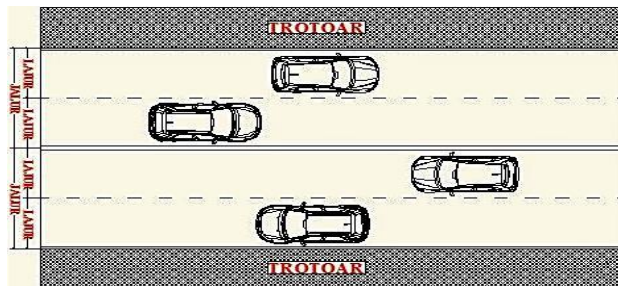
Gambar 2.5. 1 Jalur – 2 Lajur – 2 Arah, Tak Terbagi (2/2 TB)

Sumber: Konstruksi Jalan Raya buku 1 geometrik jalan, Ir. Hamirman Saodang



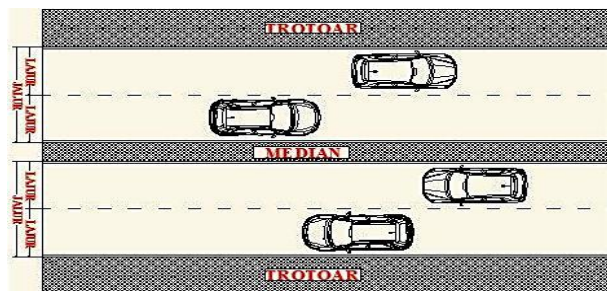
Gambar 2.6. 1 Jalur – 2 Jalur – 1 Arah, Tak Terbagi (1/2 TB)

Sumber: Konstruksi Jalan Raya buku 1 geometrik jalan, Ir. Hamirman Saodang



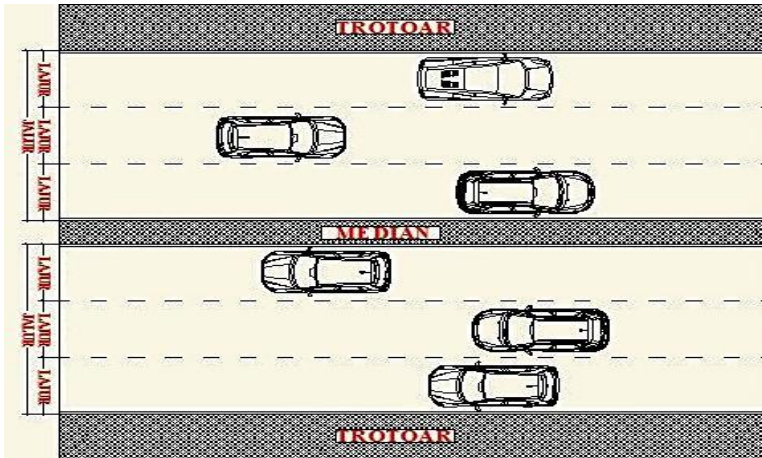
Gambar 2.7. 2 Jalur – 4 Lajur – 2 Arah, Tak Terbagi (4/2 TB)

Sumber: Konstruksi Jalan Raya buku 1 geometrik jalan, Ir. Hamirman Saodang



Gambar 2.8. 2 Jalur – 4 Lajur – 2 Arah, Terbagi (4/2 B)

Sumber: Konstruksi Jalan Raya buku 1 geometrik jalan, Ir. Hamirman Saodang



Gambar 2.9. 2 Jalur – 6 Lajur – 2 Arah, Terbagi (6/2 B)

Sumber: *Konstruksi Jalan Raya* buku 1 geometrik jalan,
Ir. Hamirman Saodang

Untuk menentukan lebar jalu dan bahu jalan dapat dilihat
pada table 2.5

Tabel 2.5 Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>25.000	2n×3,5 ^{*)}	2,5	2×7,0 ^{*)}	2,0	2n×3,5 ^{*)}	2,0	**	**	-	-	-	-

Keterangan: **)= Mengacu pada persyaratan ideal

*) = 2 jalur terbagi, masing – masing $n \times 3,5$ m, di mana n= Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota* (1997)

2.4.3 Lajur

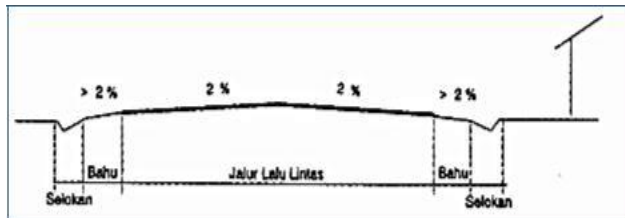
Lebar jalur ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur, serta bahu jalan. Tabel menetapkan ukuran lebar lajur dan bahu jalan sesuai dengan kelas jalannya. Lebar lajur dapat dilihat dalam tabel 2.6.

Tabel 2.6 Lebar Lajur Ideal

FUNGSI	KELAS	LEBAR LAJUR IDEAL (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3.00
Lokal	III C	3.00

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada bagian alinyemen jalan yang lurus memerlukan kemiringan melintang normal seperti gambar 2.10 berikut



Gambar 2.10. Kemiringan Melintang Jalan Normal

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2.4.4 Bahu Jalan

Bahu Jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras. Kemiringan bahu jalan normal antara 3 - 5%. Fungsi bahu jalan adalah sebagai berikut:

- (1) Lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan atau tempat parkir darurat;
- (2) Ruang bebas samping bagi lalu lintas; dan
- (3) Penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas.

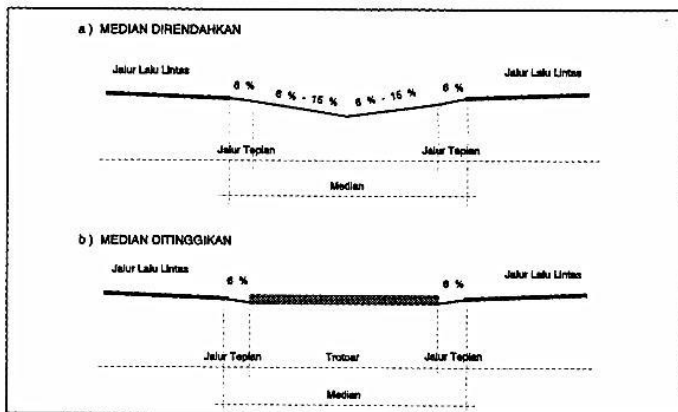
2.4.5 Median

Median adalah bagian bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah. Lebar minimum median terdiri atas jalur tepian selebar 0,25-0,50 meter dan bangunan pemisah jalur. Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi median. Lebar median jalan di tunjukkan dalam tabel 2.7 dan gambar 2.11 .

Tabel 2.7 Lebar Minimum Median

Bentuk median	Lebar minimum (m)
Median ditinggikan	2,0
Median direndahkan	7,0

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)



Gambar 2.11. Median Direndahkan dan Ditinggikan

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2.5 Alinyemen Horizontal

2.5.1 Jari-jari lengkung minimum

Untuk setiap kecepatan rencana, jari-jari minimum ini berbeda. Rumus yang dipergunakan yaitu:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e + f_m)} \quad \dots\dots\dots 2.1$$

dengan :

- R = jari-jari lengkung minimum (m)
- V = kecepatan rencana (km/ jam)
- e = Super elevasi maksimum (%)
- f_m = koefisien gesekan melintang

2.5.2 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R. Lengkung ini berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjaan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Hubungan lengkung peralihan dan kecepatan dapat dilihat pada table 2.8 .

Tabel 2.8 Hubungan Parameter Perencanaan
Lengkung Horizontal dengan Kecepatan Rencana

R (m)	V _h = 30 km/hr				V _h = 40 km/hr				V _h = 50 km/hr				V _h = 60 km/hr				V _h = 70 km/hr				V _h = 80 km/hr				V _h = 100 km/hr			
	e	L _r (m)	L _r (ft)	Δ	e	L _r (m)	L _r (ft)	Δ	e	L _r (m)	L _r (ft)	Δ	e	L _r (m)	L _r (ft)	Δ	e	L _r (m)	L _r (ft)	Δ	e	L _r (m)	L _r (ft)	Δ	e	L _r (m)	L _r (ft)	Δ
2000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
2500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
3000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
3500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
4000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
4500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
5000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
5500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
6000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
6500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
7000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
7500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
8000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
8500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
9000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
9500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
10000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
10500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
11000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
11500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
12000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
12500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
13000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
13500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
14000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
14500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
15000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
15500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
16000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
16500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
17000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
17500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
18000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
18500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
19000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
19500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
20000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
20500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
21000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
21500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
22000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
22500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
23000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
23500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
24000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
24500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
25000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
25500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
26000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
26500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
27000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
27500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
28000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
28500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
29000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
29500	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0
30000	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0	NC	0	0	0

e max = Superelevasi maksimum 6 %
 F = Jari-jari lengkung
 V_h = Asumsi kecepatan rencana
 e = Tingkat superelevasi
 L_r = Panjang minimum penempatan superelevasi / run off
 (tidak termasuk panjang persiapan superelevasi / run off)
 NC = Lemeng luar diputar sehingga pekerjaan mendapat kemiringan melintang sebesar kemiring normal

Sumber : RSNI T-14-2004

2.5.3 Lengkung Horizontal / Tikungan

1. Lengkung full circle
2. Lengkung spiral-spiral (SS)
3. Lengkung spiral-circle-spiral (SCS)

1. Full circle

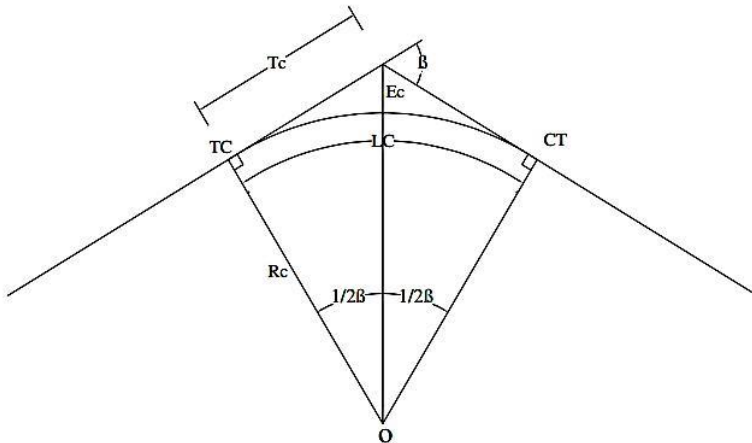
Tidak semua tikungan boleh menggunakan R (jari-jari minimum) besar. Pada umumnya tipe tikungan ini dipakai pada daerah dataran, tetapi juga tergantung pada besarnya kecepatan rencana dan radius tikungan. Batasan yang diberikan oleh Bina Marga dimana boleh menggunakan tikungan dengan R besar disajikan dalam tabel 2.9 berikut :

Tabel 2.9 Panjang Jari – Jari Minimum

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R minimum (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Tata Cara Perencanaa Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

Untuk radius circle di bawah harga-harga itu maka tidak dapat menggunakan tikungan full circle (C-C). Berikut contoh lengkung full circle seperti gambar 2.12 berikut :



Gambar 2.12. Contoh Tikungan Full Circle
 Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Keterangan :

PI : Point of Intersection

Rc : Jari-jari (m)

TC : Tangen Circle

Tc : jarak antara TC dan PI (m)

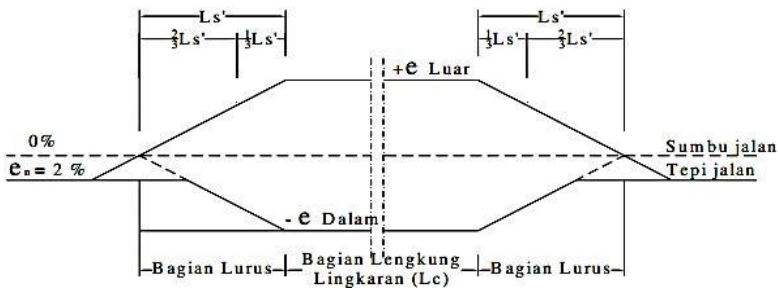
Ec : jarak PI ke lengkung dengan arah pusat lengkung (m)

Bentuk tikungan ini dipakai untuk tikungan yang menggunakan jarijari kecil dan sudut tangen yang relatif besar. Rumus-rumus yang diperlukan untuk lengkung tipe ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{a.} & \quad \frac{R_c}{T_c} = \frac{1}{\tan \frac{B}{2}} \\ \text{b.} & \quad \frac{R_c}{T_c} = \frac{1}{\tan \frac{B}{2}} \end{aligned}$$

Karena lengkung hanya berbentuk busur lingkaran saja, maka pencapaian superelevasi dilakukan sebagian pada

jalan lurus dan sebagian lagi pada bagian lengkung. Karena bagian lengkung peralihan itu sendiri tidak ada, maka panjang daerah pencapaian kemiringan disebut sebagai panjang peralihan fiktif (Ls'). Bina Marga menempatkan $\frac{3}{4} Ls'$ di bagian lurus (kiri TC atau kanan CT) dan $\frac{1}{4} Ls'$ ditempatkan di bagian lengkung (kanan TC atau kiri CT), selanjutnya dengan mengambil en berdasarkan daftar PPGJR, diagram superelevasi dapat digambar seperti gambar 2.13 berikut:



Gambar 2.13. Diagram Superelevasi Lengkung circle

Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

$Ls' = B \cdot em \cdot m$ 2.5

Keterangan :

Ls' = panjang lengkung peralihan fiktif (m)

B = lebar perkerasan jalan (m)

em = kemiringan melintang maksimum relatif (antar kota 10%, dalam kota 8%)

m = landai relatif maksimum tepi perkerasan.....2.6

Kelandaian maksimum ditentukan untuk berbagi variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak

terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.10 .

Tabel 2.10 Landai Maksimum untuk Pencapaian Kemiringan

V rencana (km/jam)	100	80	60	50	40	30	20
Landai tepi perkerasan	1/200	1/150	1/125	1/115	1/100	1/75	1/50

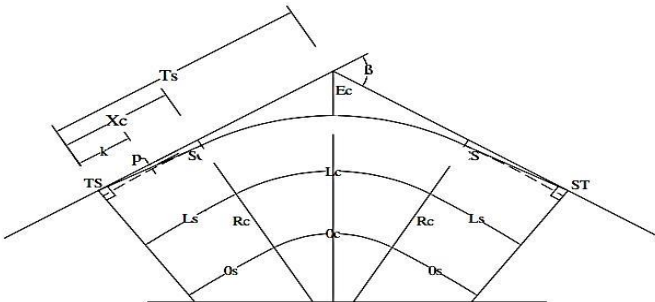
Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (1997)

2. Spiral-Circle-Spiral

Bentuk ini dipakai untuk tikungan landai dan mempunyai R sangat besar. Tikungan jenis ini digunakan dengan syarat besarnya lengkung lingkaran di dalam perhitungan pada tikungan S-C-S lebih dari 20 meter. Jika $L_c < 20\text{m}$ maka perhitungan dilanjutkan ke tikungan S-S.

Kontrol:
 $2.T_s > L$

Gambar tikungan spiral circle spiral dapat dilihat pada gambar 2.14.



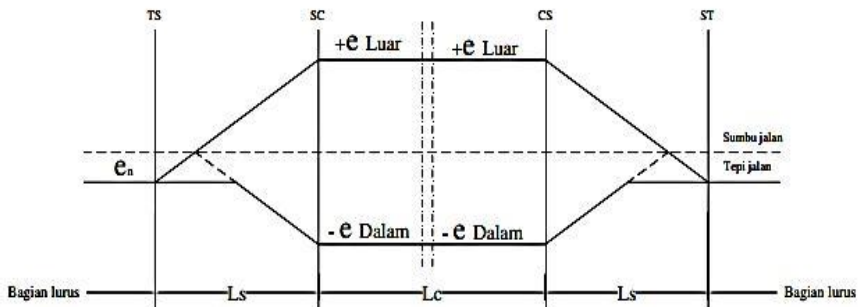
Gambar 2.14. Contoh Tikungan Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)

Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut :

- Tentukan besar R yang dipakai dari rumus jari-jari lengkung minimum.
- Setelah menentukan R , dicari besarnya L_s dengan tabel.
- L_s yang diperoleh dibandingkan dengan L_c min (harus lebih besar).
- Dihitung L_s yang sebenarnya dengan θ_s yang telah diketahui.

Diagram superelevasi untuk lengkung S-C-S seperti gambar 2.15 berikut :

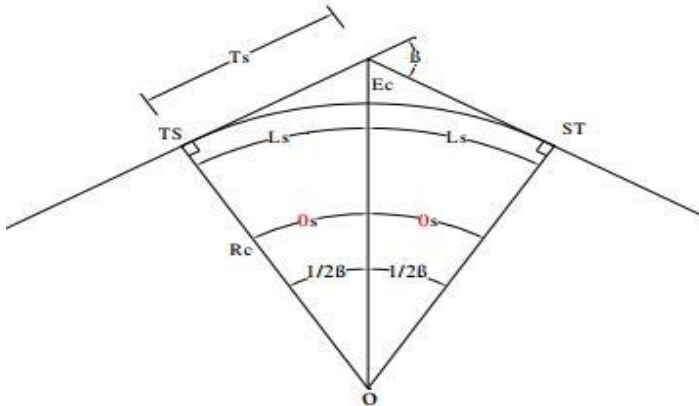


Gambar 2.15. Diagram Superelevasi Lengkung S-C-S
Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

3. Spiral – Spiral

Pada spiral-spiral, dimana $L_c = 0$ atau $Sc = 0$ adalah merupakan tikungan yang kurang baik, sebab tidak ada jarak tertentu dalam masa tikungan yang sama miringnya. Pada lengkung berbentuk spiral-spiral prinsipnya hampir sama dengan tipe spiral-circle-spiral, hanya disini tidak digunakan lengkung circle, $L_c=0$ sehingga $L_t = 2L_s$. Tikungan bentuk ini sebenarnya juga bentuk Spiral-Circle-Spiral, hanya panjang $L_c=0$, sehingga panjangnya tinggal $L_s + L_s= 2L_s$. Bentuk tikungan ini dipergunakan pada tikungan yang tajam, dan rumusnya

menggunakan rumus untuk tikungan bentuk Spiral-Circle-Spiral seperti gambar 2.16 .



Gambar 2.16 Contoh Tikungan Spiral-Spiral
 Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Keterangan :

TS	= Tangen Spiral	L_s	= Panjang lengkung spiral
ST	= Spiral Tangen	R_c	= Jari-jari
θ_s	= Sudut spiral	E_s	= Jarak PI ke Lengkung
p	= pergeseran busur lingkaran terhadap tangen asli		
k	= jarak antara TS atau ST terhadap tangen asli		

Kontrol:

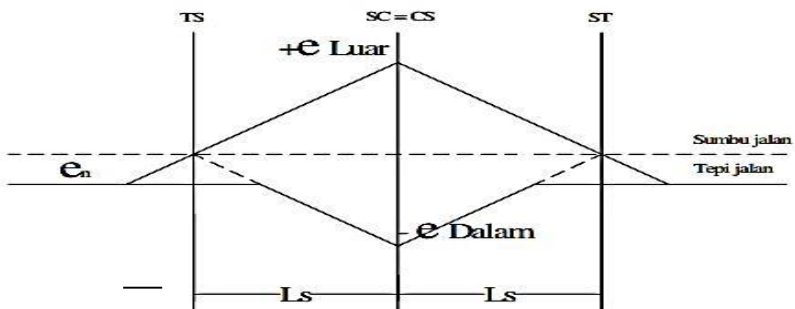
$$2 \cdot T_s > 2 \cdot L_s$$

Langkah perhitungan adalah :

- Dari jari-jari kecepatan rencana yang telah diketahui dapat dicari e_p dan L_s berdasarkan tabel J. Bournet dengan cari interpolasi linier.
- Dari L_s yang diperoleh dibandingkan dengan L_s min dan rumus SHORT dan rumus berdasarkan landai relatif.

Bila $L_s > L_{s \text{ min}}$ maka L_s itu boleh digunakan dalam hitungan selanjutnya.

- c. Syarat untuk lengkung SCS adalah $L_c > L_{c \text{ min}}$, dimana $L_{c \text{ min}}$ telah ditetapkan Bina Marga sebesar 20 meter. Seandainya $L_c < 20$ m digunakan lengkung SS, selanjutnya dengan mengambil en berdasarkan daftar PPGJR, diagram superelevasi dapat dilihat pada gambar 2.17 berikut:



Gambar 2.17. Diagram Superelevasi Lengkung Spiral-Spiral

Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Rumus yang digunakan :

- a. $\frac{e_n}{e} = \frac{L_s}{L_c}$ 2.7
b. $e_n = \frac{360^2}{L_c} \cdot \frac{L_s^2}{2}$ 2.8
c. $e_n = \frac{360^2}{L_c} \cdot \frac{L_s^2}{2}$ 2.9
d. $e_n = \frac{360^2}{L_c} \cdot \frac{L_s^2}{2}$ 2.10
e. $e_n = \frac{360^2}{L_c} \cdot \frac{L_s^2}{2}$ 2.11
f. $e_n = \frac{360^2}{L_c} \cdot \frac{L_s^2}{2}$ 2.12

$$g. = (+)^2 - \dots\dots\dots 2.13$$

Keterangan:

- β = besar sudut antar tangen dalam derajat
 T_s = panjang PI ke TS atau ST
 E_s = jarak PI ke lengkung
 R = jari-jari
 L_c = panjang lengkung circle
 L_s = panjang lengkung spiral
 θ_c = besar sudut lingkaran
 θ_s = besar sudut spiral
 p = pergeseran busur lingkaran terhadap tangen asli
 k = jarak antar TS atau ST terhadap tangen asli
 L = panjang lengkung seluruhnya

2.5.4 Kebebasan Samping pada Tikungan

Pada tikungan, jarak pandang dibatasi dengan penghalang seperti : pohon, tebing atau bangunan pada tikungan dan permukaan jalan lengkung vertikal cembung. Untuk keamanan maka harus disediakan jarak pandang yang cukup. Kebebasan samping dimasukan untuk memberikan jarak pandang yang cukup pada tikungan atau pada lengkung cembung. Tujuannya adalah untuk memberikan keleluasaan penglihatan pengemudi terhadap kendaraan dari arah berlawanan sewaktu kendaraannya melewati tikungan sehingga pengemudi tidak kaget jika ada kendaraan dari arah berlawanan. Untuk mendapatkan lebar kebebasan samping, dipergunakan beberapa rumus :

- a. Spiral-Spiral (S-S)
 $L = 2 L_s \dots\dots\dots 2.14$
- b. Spiral-Circle Spiral (S-C-S)
 $L = 2 L_s + L_c \dots\dots\dots 2.15$

c. Lengkung Sederhana (Circle)

$$L = L_c + L_s \dots\dots\dots 2.16$$

Rumus :

Berdasarkan JPH (Jarak Pandang Henti)

$$\sim JPH > L$$

$$= [1 - \frac{90}{\dots\dots\dots}] \dots\dots\dots 2.17$$

$$\sim JPH < L$$

$$= \frac{1 - \frac{90}{\dots\dots\dots}}{1 + \frac{1}{2} \left(\dots\dots\dots - \dots\dots \right) \left(\frac{90}{\dots\dots\dots} \right)} \dots\dots\dots 2.18$$

Berdasarkan JPM (Jarak Pandang Menyiap)

$$\sim JPH > L$$

$$= [1 - \frac{90}{\dots\dots\dots}] \dots\dots\dots 2.19$$

$$\sim JPH < L$$

$$= \frac{1 - \frac{90}{\dots\dots\dots}}{1 + \frac{1}{2} \left(\dots\dots\dots - \dots\dots \right) \left(\frac{90}{\dots\dots\dots} \right)} \dots\dots\dots 2.20$$

2.5.5 Pelebaran Perkerasan pada Tikungan

Pada tikungan, kendaraan tidak dapat membuat lintasan menurut jalur yang tersedia seperti pada jalan lurus atau tangen, di samping itu yang diberi sudut belokan hanya roda depan, sehingga roda belakang akan mengalami lintasan yang lebih keluar terutama untuk kecepatan tinggi lintasan roda belakang cenderung bergeser ke arah dalam. Rumus-rumus yang digunakan :

$$2.1 \quad = \left(\frac{V}{V'} \right) + \left(\frac{V}{V'} - 1 \right) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots 2.21$$

$$2.2 \quad = \sqrt{2 + \left(\frac{V}{V'} + \frac{V}{V'} - 1 \right) \dots\dots\dots} \dots\dots\dots 2.22$$

2.3	$= 0.105$	2.23
2.4	$' = 2.4 + -\sqrt{2} - 2$	2.24
2.5	$'' = -\sqrt{2} - 2$	2.25

Keterangan:

B = lebar perkerasan pada tikungan

(m) n = jumlah lajur lalu lintas

b' = lebar lintasan kendaraan truk pada tikungan c

= kebebasan samping (0.80 m)

Td = lebar tambahan akibat tonjolan bagian depan kendaraan
(m)

Z = lebar tambahan akibat kelainan dalam menemudi P

= jarak antara kedua gandar (diambil 6.10 m)

A = panjang tonjolan depan dari kendaraan (diambil 1.20 m)

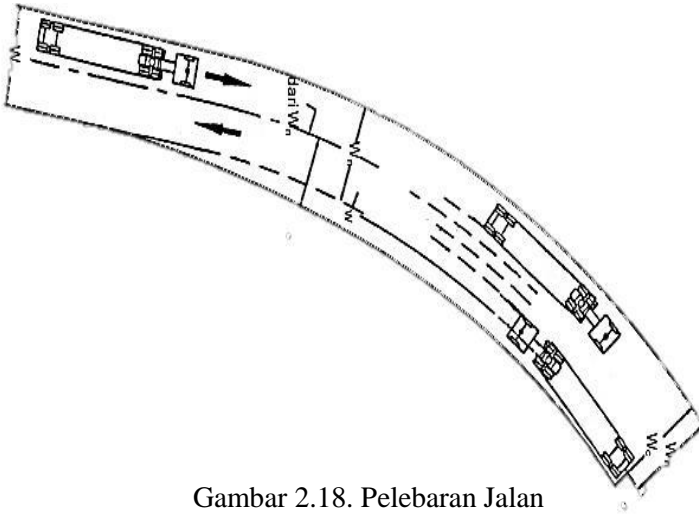
b' = lebar lintasan kendaraan truk pada jalan lurus

b'' = lebar penambahan lintasan kendaraan akibat tikungan
(b' - b)

V = kecepatan rencana (km/jam)

R = jari-jari tikungan (m)

Gambar pelebaran jalan dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Pelebaran Jalan

Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

2.6 Alinyemen Vertikal

2.6.1 Lengkung Vertikal

~ Kelandaian G

$$= i_1 - i_2 = 100\% \dots\dots\dots 2.26 \text{ 1 2}$$

~ Sudut landai (A)

$$= 2 - 1 \dots\dots\dots 2.27$$

Catatan :

$$\frac{2 - 2}{2 - 2} = (-)$$

Rumus-rumus yang digunakan :

1. Lengkung vertikal Cembung

a. Untuk mengetahui $S < L$ atau $S > L$ adalah sbb:

Jika $L=S$ $\frac{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{S}$ 2.28

Sehingga,
A akan > $\frac{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{S}$ bila S diperkecil atau ini
berarti $S < L$

A akan < $\frac{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{S}$ bila S diperbesar
atau ini berarti $S > L$

b. Jika $S > L$

$= 2 - \frac{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{S^2}$ 2.29

c. Jika $S < L$

$= \frac{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{S^2}$ 2.30

Keterangan :

L = panjang lengkung vertikal

S = jarak pandangan henti

A = beda kelandaian

h_2 = tinggi obyek (1.25 m untuk jarak pandangan menyiap;
0.10 untuk jarak pandang henti)

h_1 = Tinggi mata pengemudi (1.25 m)

2. Lengkung Vertikal Cekung

a. Untuk mengetahui $S < L$ atau $S > L$ adalah sbb:

~ Jika $L=S$ $\frac{150 S + 3.5 S^2}{S^2}$ 2.31

Sehingga,

$$\frac{150 S + 3.5 S^2}{S^2}$$

A akan > bila S diperkecil
atau ini berarti $S < L$

A akan < bila S diperbesar
atau ini berarti $S > L$ $\frac{150 S + 3.5 S^2}{S^2}$

~ Jika $S > L$

~ Jika $S < L$ 2.33

Keterangan :

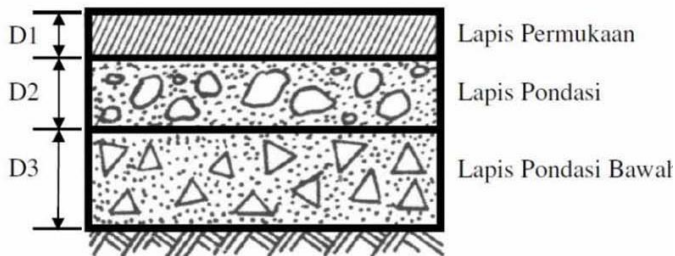
L = panjang lengkung vertikal

S= jarak pandangan henti

A= beda kelandaian

2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur {flexible pavement} adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai fleksibilitas/kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas di atasnya. Struktur perkerasan beton secara tipikal sebagaimana terlihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19. Susunan Lapis Perkerasan Lentur
 Sumber : Modul 5 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

2.7.1 Lalu lintas

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. Beban yang sering digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan untuk suatu kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban standar ini diambil sebesar 18.000 pounds (8,16ton) pada sumbu standar tunggal. Diambilnya angka ini karena daya pengrusak yang ditimbulkan beban gandar terhadap struktur perkerasan adalah bernilai satu.

- Lalu lintas harian rata-rata permulaan :

$$= X(1+i)^1 \dots\dots\dots 2.34$$

- Lalu lintas harian rata-rata akhir :

$$= X(1+i)^2 \dots\dots\dots 2.35$$

Rumus:

1. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$= \sum -10^x \times \dots\dots\dots 2.36$$

2. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$= \sum -10^x \times \dots\dots\dots 2.37$$

3. Lintas Ekivalen Tengah (LET)
4. Lintas Ekivalen Rancana
- $= 2_{10} \dots\dots\dots 2,40$

Dimana:

i_1 = Pertumbuhan lalu lintas masa konstruksi i_2

= Pertumbuhan lalu lintas masa layanan

J = jenis kendaraan

n_1 = masa konstruksi

n_2 = umur rencana

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalen beban sumbu kendaraan



Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut table 2.11

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,40

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 9

Keterangan:

*) Berat total < 5ton, misalnya mobil penumpang, pickup, mobil hantaran.

**) Berat total \geq ton, misalnya: bus, truk, traktor, semitrailer, trailer



Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban umum (Setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar sebagai berikut atau menurut table 2.12 .

$$= \left(\frac{W}{W_s} \right)^4 \times E_s$$

$W = 0^4 \dots \dots \dots 2.42$

Tabel 2.11 Angka Ekuivalen (E) Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen (E)	
Kg	Lbs	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1.000	2205	0,0002	--
2.000	4409	0,0036	0,0003
3.000	6614	0,0183	0,0016
4.000	8818	0,0577	0,0050
5.000	11023	0,1410	0,0121
6.000	13228	0,2923	0,0251
7.000	15432	0,5415	0,0466
8.000	17637	0,9238	0,0794
8.160	18000	1,0000	0,0860
9.000	19841	1,4798	0,1273
10.000	22046	2,2555	0,1940
11.000	24251	3,3022	0,2840
12.000	26455	4,6770	0,4022
13.000	28660	6,4419	0,5540
14.000	30864	8,6647	0,7452
15.000	33069	11,4184	0,9820
16.000	35276	14,7815	1,2712

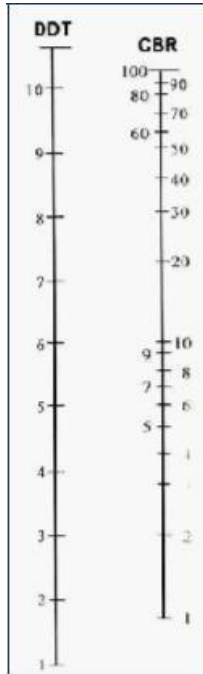
Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987, Halaman 10

2.7.2 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat dari tanah dasar karena secara keseluruhan perkerasan jalan berada diatas tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai dengan tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terhadap perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Harga CBR itu sendiri dinyatakan dalam persen. Harga CBR tanah dasar yaitu nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100% dalam memikul beban lalu lintas. Terdapat beberapa parameter penunjuk mutu daya dukung tanah dasar, dan CBR merupakan parameter penunjuk daya dukung tanah dasar yang paling umum digunakan di Indonesia. Harga CBR dapat dinyatakan atas harga *CBR Laboratorium* dan harga *CBR Lapangan*. Hubungan antara daya dukung tanah (DDT) dengan CBR dapat menggunakan grafik korelasi pada gambar 2.4 atau dapat menggunakan rumus:

$$\text{DDT} = 4,3 \log \text{CBR} + 1,7 \dots\dots\dots 2.43$$



Gambar 2.20 Korelasi DDT dan CBR

2.7.3 Faktor Regional (FR)

Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lain. Faktor Regional mencakup permeabilitas tanah, kondisi drainase yang ada, kondisi persimpangan yang ramai, pertimbangan teknis dari perencana seperti ketinggian muka air tanah, perbedaan kecepatan akibat adanya hambatan-hambatan tertentu, bentuk alinyemen (keadaan medan) serta presentase kendaraan dengan 13 ton, dan kendaraan yang berat. Untuk menentukan nilai FR dapat dilihat pada table 2.13 .

Tabel 2.12 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (<6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	%Kendaraan Berat		%Kendaraan Berat		%Kendaraan Berat	
	≤ 30 %	>30%	≤ 30 %	>30%	≤ 30 %	>30%
Iklim I <900 mm/tahun	0,5	1,0-1,5	1	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II >900 mm/tahun	1,5	2,0-2,5	2	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2002)

2.7.4 Indeks Permukaan



Indeks Permukaan Awal (IPo)

Indeks permukaan adalah suatu angka yang dipergunakan untuk menyatakan nilai dari pada kerataan/ kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Dalam menentukan indeks permukaan awal rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis permukaan jalan (kerataan/ kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana. Adapun beberapa nilai IPt beserta artinya adalah seperti tersebut dibawah ini:

- IPt=1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
- IPt=1,5 : adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak putus).
- IPt=2,0 : adalah tingkat pelayanan jalan terendah jalan yang masih mantap.
- IPt=2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan / kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut table 2.14 di bawah ini:

Tabel 2.13 Indeks Permukaan awal Umur Rencana (IPo)

Jenis lapis perkerasan	IPo	Roughness *) mm/km
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9-3,5	>1000
Lasbutag	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	>2000
HRA	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	>2000
Burda	3,9-3,5	<2000
Burtu	3,4-3,0	<2000
Lapen	3,4-3,0	≤ 3000
	2,9-2,5	>3000
Latasbum	2,9-2,5	
Buras	2,9-2,5	
Latasir	2,9-2,5	
Jalantanah	$\leq 2,4$	
Jalankerikil	$\leq 2,4$	

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, (2002)



Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Dalam menentukan indeks permukaan akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), berdasarkan table 2.15 dibawah ini:

Tabel 2.14 Indeks Permukaan Akhir Pada Akhir Umur Rencana (IPT)

LER (Lintas Ekvivalen Rencana)	Klasifikasi Jalan		
	Lokal	Kolektor	Arteri
<10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0
10-100	1,5	1,5-2,0	2
100-1000	1,5-2,0	2	2,0-2,5
>1000		2,0-2,5	2,5

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, (2002)

2.7.5 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) diperoleh berdasarkan jenis lapisan perkerasan yang digunakan. Pemilihan jenis lapisan perkerasan ditentukan dari:

- Material yang tersedia
- Dana awal yang tersedia
- Tenaga kerja dan peralatan yang tersedia
- Fungsi jalan

Untuk menentukan nilai koefisien kekuatan relatif (a) dapat dilihat pada tabl 2.16 berikut :

Tabel 2.15 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (Kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.40 0.35 0.32 0.30			744 590 454 340			Laston
0.35 0.31 0.28 0.26			744 590 454 340			Lasbutag
0.30 0.26 0.25 0.20			340 340			HRA Aspal Macadam Lapen (mekanis) Lapen (manual)
	0.28 0.26 0.24		590 454 340			Laston Atas
	0.23					Lapen (mekanis)

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (Kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
	0.15 0.13			22 18		Stabilisasi tanah dengan semen
	0.15 0.13			22 18		Stabilisasi tanah dengan kapur
	0.14 0.12				100 60	Pondasi macadam (basah) Pondasi macadam (kering)
	0.14				100	Batu Pecah (Kelas A)
	0.13 0.12				80 60	Batu Pecah (Kelas B) Batu Pecah (Kelas C)
		0.13 0.12 0.11			70 50 30	Sirtu/Pitrun(Kelas A) Sirtu/Pitrun(Kelas B) Sirtu/Pitrun(Kelas C)
		0.10			20	Tanah Lempung

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, (2002)

2.7.6 Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya darisegi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis.

Dari segi keefektifan biaya, jika perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari pada perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan yang secara ekonomis optimum adalah apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum.



Lapis Permukaan

Tebal minimum lapis permukaan jalan sesuai dengan bahannya dapat dilihat pada table 2.17.

Tabel 2.16 Tebal Minimum Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum(cm)	Bahan
<3.00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3.00-6.70	5	Lapen/AspalMacadam, HRA, Lasbutag, Laston
6.71-7.49	7.5	Lapen/AspalMacadam, HRA, Lasbutag, Laston
7.50-9.99	7.5	Lasbutag, Laston
≥10	10	Laston

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2002)



Lapis Pondasi

Tebal minimum lapis pondasi sesuai dengan bahannya dapat dilihat pada table 2.18

Tabel 2.17 Tebal Minimum Lapis

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3.00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3.00-7.49	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
7.50-9.99	10	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur Pondasi macadam
10-12.14	15	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur Pondasi macadam, Lapen, Laston atas
≥ 12.25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur Pondasi macadam, Lapen, Laston atas

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2002)



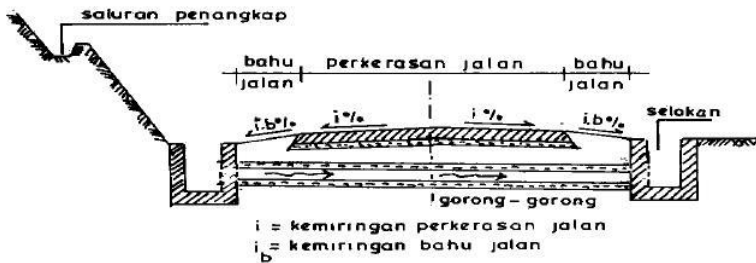
Lapis Pondasi Bawah

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

2.8 Perencanaan Sistem Drainase

2.8.1 Umum

Sistem drainase permukaan jalan terdiri dari kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan, selokan samping, gorong – gorong dan saluran penangkap. (lihat gambar 2.21)



Gambar 2.21 Sistem drainase permukaan

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

2.8.2 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

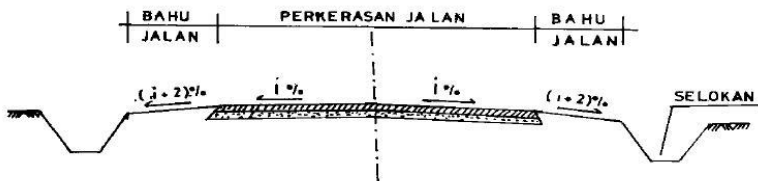
Kemiringan melintang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Daerah jalan yang datar dan lurus :
 - a. Kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan menurun/melandai ke arah selokan samping (lihat gambar 2.22)
 - b. Besarnya kemiringan bahu jalan diambil 2% lebih besar dari pada kemiringan permukaan jalan.
 - c. Besarnya kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan, dapat dilihat seperti tercantum pada table 2.19.

Tabel 2.18 Kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan

No	Jenis lapis permukaan jalan	Kemiringan melintang normal (%)
1	Beraspal, beton	2%-3%
2	Japat	4%-6%
3	Kerikil	3%-6%
4	Tanah	4%-6%

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

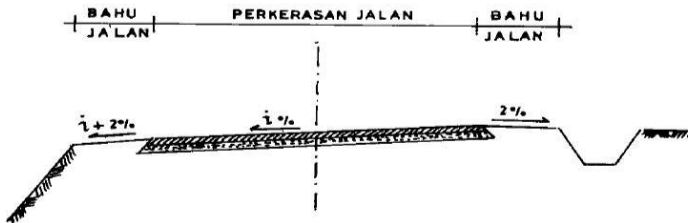


Gambar 2.22 kemiringan melintang normal pada daerah datar dan lurus

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

2. Daerah jalan yang lurus pada tanjakan/turunan :
 - a. Perlu mempertimbangkan besarnya kemiringan alinyemen vertikal jalan yang berupa tanjakan dan turunan, agar aliran air secepatnya bisa mengalir keselokan samping.
 - b. Untuk menentukan kemiringan perkerasan jalan gunakan nilai – nilai maksimum dari tabel 2.20.
3. Pada daerah tikungan:
 - a. Harus mempertimbangkan kebutuhan kemiringan jalan menurut persyaratan alinyemen horizontal jalan (menurut ketentuan yang berlaku).

- b. Kemiringan perkerasan jalan harus dimulai dari sisi luar tikungan menurun/melandai ke sisi dalam tikungan.
- c. Besarnya kemiringan daerah ini ditentukan oleh nilai maksimum kebutuhan kemiringan menurut keperluan drainase.
- d. Besarnya kemiringan jalan bahu jalan ditentukan dengan kaidah – kaidah seperti pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Kemiringan melintang pada daerah tikungan

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

2.8.3 Selokan Samping Jalan

Ihwal yang ditentukan, sebagai berikut :

1. Bahan bangunan selokan samping jalan ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana aliran air yang yang melewati selokan samping jalan seperti table 2.20 .

Tabel 2.19 Kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau alluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75

Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu – batu besar	1,8
Pasangan batu	1,8
Beton	3
Beton bertulang	3

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

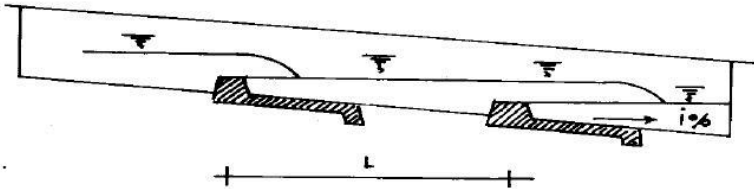
2. Kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan, hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan dengan erosi aliran (lihat tabel 2.21)

Tabel 2.20 Hubungan kemiringan selokan samping jalan (i) dan jenis material

Jenis material	Kemiringan selokan samping i (%)
Tanah asli	0 - 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

3. Pematah arus untuk mengurangi kecepatan aliran diperlukan bagi selokan samping jalan yang panjang dan mempunyai kemiringan cukup besar, (lihat gambar 2.24). pemasangan jarak pematah arus (L) harus sesuai tabel 2.22.



Gambar 2.24 Pematih arus

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994






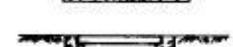


Tabel 2.21 hubungan kemiringan selokan samping jalan (i)
dan jarak pematih arus (L).

i (%)	6 %	7%	8%	9%	10%
L (m)	16 m	10 m	8 m	7 m	6 m

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

4. Tipe dan jenis bahan selokan samping di dasarkan atas kondisi tanah dasar, kedudukan muka air tanah dan kecepatan abrasi air terlihat pada table 2.23 .

Tabel 2.23 Tipe penampang selokan

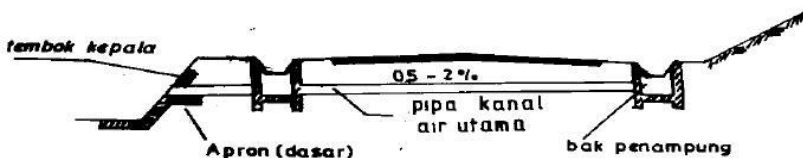
No.	Tipe selokan samping	Potongan melintang	Bahan yang dipakai
1.	Bentuk trapesium		Tanah asli
2.	Bentuk segi tiga		Pasangan batu kali atau tanah asli
3.	Bentuk trapesium		Pasangan batu kali
4.	Bentuk segi empat		Pasangan batu kali
5.	Bentuk segi empat		Beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm
6.	Bentuk segi empat		Beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang
7.	Bentuk segi empat		Pasangan batu kali pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang.
8.	Bentuk setengah lingkaran		pasangan batu kali atau beton bertulang

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

2.8.4 Gorong – gorong pembuang air

Gorong – gorong pembuang air meliputi hal – hal sebagai berikut :



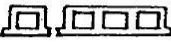
1. Ditempatkan melintang jalan yang berfungsi untuk menampung air dari selokan samping dan membuangnya.
2. Harus cukup besar untuk melewati debit air maksimum dari daerah pengaliran secara efisien.
3. Harus dibuat dengan tipe permanen (lihat gambar 2.25). bagian gorong – gorong terdiri dari tiga bagian konstruksi utama, yaitu :
 - a. Pipa kanal air utama yang berfungsi untuk mengalirkan air dari bagian hilir secara langsung.
 - b. Tembok kepala yang menopang ujung dan lereng jalan. Tembok penahan yang dipasang bersudut dengan tembok kepala, untuk menahan bahu dan kemiringan jalan.
 - c. Apron (dasar) dibuat pada tempat masuk untuk mencegah terjadinya erosi dan dapat berfungsi sebagai dinding penyekat lumpur. Bentuk gorong – gorong tergantung pada tempat yang ada dan tingginya timbunan.
 - d. Bak penampung diperlukan pada kondisi :
 - Pertemuan antara gorong – gorong dan saluran tepi
 - Pertemuan lebih dari dua aliran
 - e. Kemiringan gorong – gorong 0,5% - 2%



Gambar 2.25 Bagian gorong – gorong

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

- f. Jarak gorong – gorong pada daerah datar maksimum 100 meter, di daerah pegunungan dua kali lebih banyak.
- g. Kemiringan gorong – gorong antara 0,50% - 2% dengan pertimbangan faktor – faktor lain yang dapat mengakibatkan terjadinya pengendapan erosi di tempat air masuk dan pada bagian pengeluaran.
- h. Tipe dan bahan gorong – gorong yang permanen (lihat gambar 2.26) dengan desain umur rencana :
 - Jalan tol : 25 tahun
 - Jalan arteri : 10 tahun
 - Jalan local : 5 tahun
- i. Untuk daerah – daerah yang berpasir, bak pengontrol dibuat/direncanakan sesuai dengan kondisi setempat.
- j. Dimensi gorong – gorong minimum dengan diameter 80 cm. kedalaman gorong – gorong yang aman terhadap permukaan jalan, tergantung tipe:

No.	Tipe gorong-gorong	Potongan melintang	Material yang dipakai
1.	Pipa tunggal atau lebih		Metal gelombang, beton bertulang atau beton tumbuk, besi cor dll.
2.	Pipa lengkung tunggal atau lebih		Metal gelombang
3.	Gorong-gorong persegi (Box culvert)		Beton bertulang

Gambar 2.26 Tipe penampang gorong – gorong

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan

SNI 03-3424-1994

2.8.5 Menentukan debit aliran

Faktor – factor untuk menentukan debit aliran yaitu :

1. Intensitas curah hujan (I) dihitung berdasarkan data – data sebagai berikut :
 - a. Data curah hujan
Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari lembaga Meteorologi dan Geofisika untuk stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi sistim drainase. Jumlah curah hujan paling sedikit dalam jangka waktu 10 tahun terakhir.
 - b. Periode ulang
Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai periode ulang tertentu, periode ulang untuk selokan samping dan ditentukan 5 tahun.
 - c. Lamanya waktu curah hujan
Ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breenn, bahwa hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.
 - d. Rumus menghitung intensitas curah hujan

$$x_T = \bar{x} + \frac{s_x}{s_n} (y_T - y_n) \dots\dots\dots 2.44$$

$$I = \frac{90\% x_T}{4} \dots\dots\dots 2.45$$

Keterangan :

x_T = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm) /24 jam

\bar{x} = Nilai rata – rata aritmatik hujan kumulatip

s_x = Standar deviasi

y_T = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

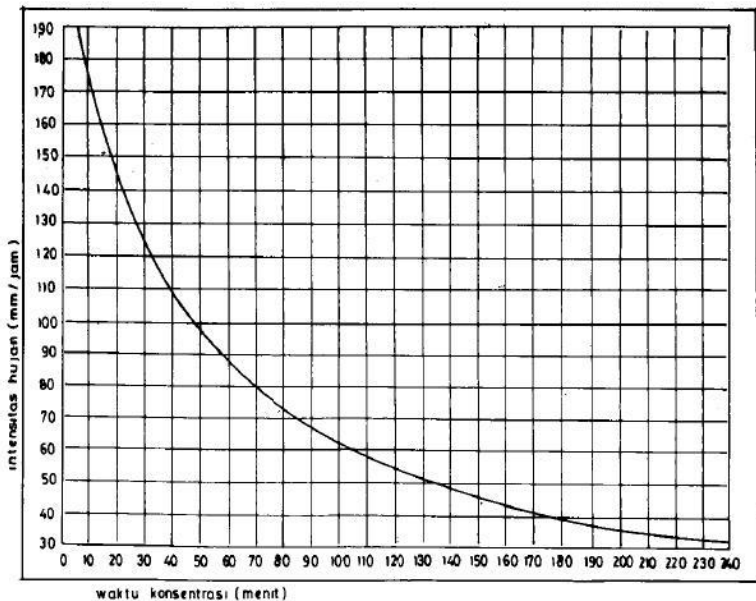
y_n = Nilai yang tergantung pada n

s_n = Intensitas curah hujan mm/jam

I = Intensitas curah hujan mm/jam

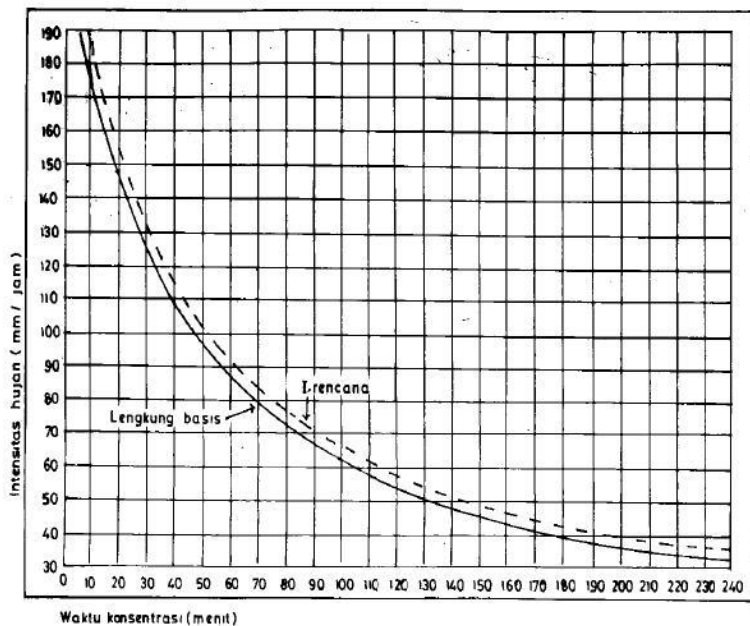
e. Kurva basis

Untuk menentukan kurva jamannya intensitas hujan rencana yang dapat diturunkan dari kurva basis (lengkung intensitas standar) seperti pada gambar 2.27 dan gambar 2.28 .



Gambar 2.27 Kurva basis

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994



Gambar 2.28 Kurva basis

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

Tabel periode ulang hujan dapat di tentukan seperti
dalam tabel 2.24

Tabel 2.24 Periode Ulang

Periode ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

Yn dapat diperoleh menggunakan tabel seperti dalam tabel 2.25

Tabel 2.25 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

Sn dapat diperoleh menggunakan tabel seperti dalam tabel 2.26.

Tabel 2.26 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	1,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	0,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

f. Waktu konsentrasi (T_c) dihitung dengan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots 2.46$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \right)^{0,167} \dots\dots\dots 2.47$$

$$t_2 = \frac{L}{V} \dots\dots\dots 2.48$$

Keterangan :

T_c = Waktu konsentrasi (menit)

t_1 = Waktu inlet (menit)

t_2 = Waktu aliran (menit)

L_o = jarak dari titik terjauh fasilitas drainase
(m)

L = Panjang saluran

n_d = Koefisien hambatan (tabel 2.29)

s = Kecepatan air rata – rata di selokan
(m/dt)

V = Kecepatan air rata - rata diselokan
(m/dt)

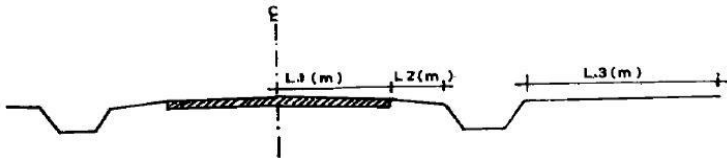
Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.27.

Tabel 2.27 Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	n_d
1. Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2. Permukaan licin dan kedap air	0,020
3. Permukaan licin dan kokoh	0,10
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
5. Padang rumput dan rerumputan	0,40
6. Hutan gundul	0,60
7. Hutan rimbu dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,80

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994

2. Luas daerah pengaliran batas – batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya ditetapkan seperti pada gambar 2.29



Gambar 2.29 L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan ($L_1 + L_2 + L_3$)

Sumber: *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994*

Keterangan :

- L_1 = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan
 - L_2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan
 - L_3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 meter
3. Harga koefisien pengaliran (C) untuk berbagai kondisi ditentukan berdasarkan tabel 2.28

Tabel 2.28 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C) *
1. Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95
2. Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70
3. Bahu jalan :	
- Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
- Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20
- Batuan masif keras	0,70 - 0,85
- Batuan masif lunak	0,60 - 0,75
4. Daerah perkotaan	0,70 - 0,95
5. Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70
6. Daerah industri	0,60 - 0,90
7. Pemukiman padat	0,40 - 0,60
8. Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60
9. Taman dan kebun	0,20 - 0,40
10. Persawahan	0,45 - 0,60
11. Perbukitan	0,70 - 0,80
12. Pegunungan	0,75 - 0,90

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Keterangan :

*)= Untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar.

Bila daerah pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C rata – rata ditentukan dengan persamaan :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \dots\dots\dots 2.49$$

Keterangan :

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

4. Untuk menghitung debit air (Q) menggunakan rumus yaitu :

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots 2.50$$

Keterangan :

Q = Debit air (m³/detik)

C = koefisien pengaliran

I = Intenstitas hujan (mm/jam) A

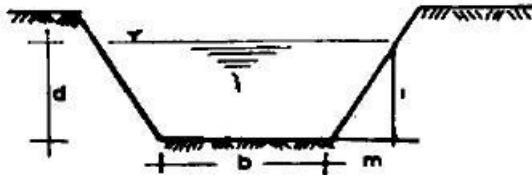
= Luas daerah pengaliran

2.8.6 Penampang basah selokan samping dan gorong – gorong

Penampang basah selokansamping dan gorong – gorong dihitung berdasarkan :

1. Penampang basah yang paling ekonomis, untuk menampung debit maksimum (Fe) yaitu :
 - a. Selokan Trapesium :

Penampang trapezium selokan dapat dilihat pada gambar 2.30



Gambar 2.30 Selokan bentuk trapesium

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

$$\frac{b + 2 md}{2} = d \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots 2.51$$

$$R = \frac{d}{2} \dots\dots\dots 2.52$$

Kemiringan talud tergantung dari besarnya debit seperti table 2.29

Tabel 2.29 Hubungan antara besarnya debit dengan kemiringan talud

Debit air Q ($m^3/detik$)	Kemiringan Talud
0,00 - 0,75	1 : 1
0,75 - 15	1 : 1,5
15 - 80	1 : 2

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Keterangan :

b = Lebar saluran (m)

d = dalamnya saluran tergenang air (m

) m = Perbandingan kemiringan talud

R = Jari – jari hidrolisis (m)

b. Selokan bentuk segi empat

Penampang selokan segi empat dapat dilihat pada gambar 2.31



Gambar 2.31 Selokan bentuk segi empat

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

$$b = 2d \dots\dots\dots 2.53$$

$$R = \frac{d}{2} \dots\dots\dots 2.54$$

Keterangan :

b = Lebar saluran (m)

d = Dalam saluran tergenang air (m

) R = Jari – Jari hidrolisis (m)

2. Penampang basah berdasarkan debit air dan kecepatan (V) rumus :

$$F_d = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots 2.55$$

Keterangan :

F_d = Luas penampang (m²)

Q = Debit air (m³/detik)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

3. Dimensi selokan ditentukan atas dasar :

$$F_e = F_d \dots\dots\dots 2.56$$

Keterangan :

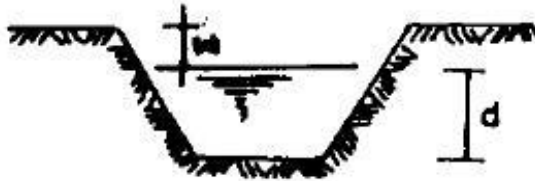
F_e = Luas penampang ekonomis (m²)

F_d = luas penampang berdasarkan debit air yang ada (m²)

4. Untuk gorong – gorong yang berbentuk metal gelombang, hanya diperhitungkan debit air dan penentuan penampang basah disesuaikan dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

2.8.7 Tinggi jagaan selokan samping

Tinggi jagaan seperti gambar 2.32 (W) untuk selokan samping bentuk trapesium dan segi empat ditentukan berdasarkan rumus :



Gambar 2.32 Tinggi jagaan (W)

Sumber: *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994*

$$w = \sqrt{0,5 d} \dots\dots\dots 2.57$$

Keterangan :

d = Tinggi selokan terendam air (m)

) W = Tinggi jagaan (m)

2.8.8 Kemiringan selokan samping dan gorong – gorong pembuang air

Untuk menghitung kemiringan selokan saamping dan gorong – gorong Pembuang air digunakan rumus yaitu :

$$V = 1/n (R^{2/3}) (i)^{1/2} \dots\dots\dots 2.58$$

$$i = \left\{ \frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right\}^2 \dots\dots\dots 2.59$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran

N = Koefisien kekasaran Mannig (tabel 2.32)

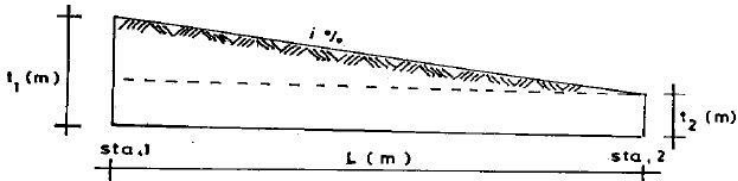
R = F/p (Jari – jari hidrolik)

F = Keliling basah (m)

i = Kemiringan saluran diijinkan

2.8.9 Kemiringan tanah

Kemiringan tanah seperti gambar 2.33 di tempat dibuatnya fasilitas selokan gorong – gorong ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dihitung dengan rumus :



Gambar 2.33 Kemiringan tanah

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots 2.60$$

Keterangan :

t_1 = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

t_2 = Tinggi tanah di bagian terendah (m)

Harga koefisien kekasaran manning dapat ditentukan pada table 2.30

Tabel 2.22 Harga n untuk rumus Manning

No.	Tipe saluran	Baik seka- li	Baik	Se- dang	Jelek
01	SALURAN BUATAN Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
02	Saluran tanah yang di buat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
03	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
04	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
05	Saluran batuan yang di ledakkan, ada tumbuh- tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
06	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
07	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
08	SALURAN ALAM Bersih, lurus,, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
09	Seperti no. 8, tetapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, ber- lubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti No. 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti No. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti No. 11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060

14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan ber-lubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
16	SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI.				
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti No. 16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

2.8.10 Perhitungan debit aliran (Q)

Hitung debit aliran (Q) dengan langkah – langkah berikut :

1. Cari data curah hujan di lembaga Meteorologi dan Geofisika
2. Tentuka periode ulang rencana untuk selokan sampling, yaitu 5 tahun
3. Tentukan lamanya waktu hujan yang terkonsentrasi selama 4 jam dengan hujan efektif sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam
4. Hitung intensitas curah hujan dengan rumus no.1 dan no.2

$$x_T = x + \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_n) \dots\dots\dots 2.61$$

$$I = \frac{90\% \cdot x_T}{4} \dots\dots\dots 2.62$$

5. Buat garis lengkung intensitas hujan rencana dengan cara memplotkan harga intensitas hujan (mm/jam), pada waktu konsentrasi 240 menit dan kemudian

tarik garis lengkung yang searah dengan lengkung grafis

6. Tentukan panjang daerah pengaliran, kemudian tentukan kondisi permukaan berikut koefisien hambatan n_d
7. Tentukan kecepatan aliran V , sesuai dengan tabel serta panjang saluran L
8. Hitung waktu konsentrasi (T_c) dengan rumus no.3, no.4, no.5, yaitu :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L_0 \cdot \frac{n_d}{V_s} \right)^{0,167} \dots 2.63$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V} \dots 2.64$$

$$T_c = t_1 + t_2 \dots 2.65$$

9. Tentukan intensitas hujan rencana (I) dengan cara memplotkan harga T_c pada waktu konsentrasi di kurva basis kemudian tarik garis lurus ke atas sampai memotong garis lengkung intensitas hujan rencana, dan tarik garis lurus sampai memotong garis intensitas hujan (mm/jam)
10. Tentukan panjang daerah pengaliran
11. Identifikasi jenis bahan permukaan daerah aliran
12. Tentukan luas daerah pengaliran
13. Tentukan koefisien aliran (c) sesuai dengan kondisi permukaan
14. Hitung koefisien aliran rata – rata dengan rumus :

$$c = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \dots 2.66$$

15. Hitung debit air (Q) dengan menggunakan rumus yaitu :

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots 2.67$$

2.8.11 Perhitungan dimensi dan kemiringan selokan dan gorong – gorong

Hitung dimensi dan kemiringan selokan dan gorong – gorong dengan langkah – langkah berikut :

1. Tentukan kecepatan aliran air (V) yang akan melewati selokan/gorong – gorong berdasarkan jenis bahan selokan
2. Hitung luas penampang basah selokan/gorong – gorong (F_d) berdasarkan debit aliran yang akan ditampung dengan menggunakan rumus:

$$F_d = \frac{Q}{V} \quad (m^2) \quad \dots\dots\dots 2.68$$

3. Hitung luas penampang basah yang paling ekonomis yang dapat menampung debit maksimum idesuaikan dengan bentuk – bentuk selokan/ gorong – gorong
4. Hitung dimensi selokan dengan menggunakan rumus :

$$F_e = F_d \quad \dots\dots\dots 2.69$$

Sehingga mendapatkan tinggi selokan/gorong – gorong = d (m)

Lebar dasar selokan/gorong – gorong = b (m)

5. Hitung tinggi jagaan (W) selokan masing – masing dengan rumus :

$$w = \sqrt{0,5 \cdot d} \quad (m) \quad \dots\dots\dots 2.70$$

6. Hitung kemiringan selokan samping dengan menggunakan rumus :

$$i = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2 \quad \dots\dots\dots 2.71$$

7. Periksa kemiringan tanah pada lokasi yang akan dibuat selokan dengan rumus :

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots 2.72$$

8. Bandingkan kemiringan selokan samping hasil perhitungan dengan kemiringan tanah yang diukur di lapangan
 $(L \text{ lapangan}) \leq (i \text{ perhitungan})$: kemiringan lapangan direncanakan dengan i perhitungan
 $(L \text{ Lapangan}) > (i \text{ perhitungan})$: selokan harus dibuatkan pematah arus
9. Bandingkan kemiringan gorong – gorong dengan kemiringan gorong – gorong yang diijinkan.

2.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

2.9.1 Umum

Perhitungan rencana anggaran biaya ialah proses perhitungan untuk menentukan nilai atau besarnya kebutuhan biaya untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya harga satuan bangunan, yaitu :

1. Volume pekerjaan
2. Harga bahan dan peralatan
3. Upah untuk tenaga pekerjaan

Perhitungan rencana anggaran biaya dibuat sebelum dilakukannya pembangunan, tepatnya setelah perencanaan fisik bangunan. Oleh karena itu, jumlah anggaran yang didapatkan hanyalah merupakan taksiran perhitungan, tergantung dari kemampuan personel berdasarkan pengalaman. Selain itu, pemilihan metode yang tepat akan menghasilkan ketepatan perhitungan yang lebih optimal. Dalam perhitungan rencana anggaran biaya yang akan dipaparkan dalam laporan ini digunakan daftar analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari buku panduan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, yakni “Buku Petunjuk Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan”. Sehingga, tidak ditunjukkan Untuk menentukan

besarnya biaya yang diperlukan terlebih dahulu harus diketahui volume dari pekerjaan yang direncanakan. Pada umumnya pembuatan tidak lepas dari masalah galian maupun timbunan. Besarnya galian atau timbunan yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar *Long Section*. Sedangkan volume galian dapat dilihat melalui gambar *Cross Section*.

Selain mencari volume galian dan timbunan juga diperlukan untuk mencari volume dari pekerjaan lainnya yaitu :

1. Volume Pekerjaan

a. Umum

- Pengukuran
- Mobilisasi dan Demobilisasi
- Pembuatan papan nama proyek
- Pekerjaan Direksi Keet
- Administrasi dan Dokumentasi

b. Pekerjaan Tanah

- Pembersihan semak dan pengupasan tanah
- Persiapan badan jalan
- Galian tanah (biasa)
- Timbunan tanah (biasa)

c. Pekerjaan Drainase

- Galian saluran
- Pasangan batu dengan mortar
- Plesteran
- Siaran

d. Pekerjaan Perkerasan

- Lapis pondasi bawah (sub base)
- Lapis pondasi atas (base course)
- Prime Coat
- Lapis campuran aspal

e. Pekerjaan Pelengkap

- Marka jalan
- Rambu jalan
- Patok kilometer

2. Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan diambil dari Harga Satuan Dasar Upah dan Bahan Serta Biaya Operasi Peralatan Dinas Bina Marga Jawa Timur.

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Studi

Lokasi berada di kawasan Integrated Tank storage Terminal and Logistic Service (Tersus) PT Natpac Graha Artha, Sedayulawas, Brondong, Lamongan, Jawa Timur.

3.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Adapun dalam tahap persiapan meliputi :

1. Studi pustaka terhadap materi tugas akhir untuk menentukan garis besar permasalahan.
2. Menentukan kebutuhan data yang akan digunakan.
3. Menggali informasi melalui instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber.
4. Survey ke lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan.

Persiapan diatas harus dilakukan dengan cermat untuk menghindari adanya bagian bagian yang terlupakan ataupun pekerjaan berulang. Sehingga pekerjaan pada tahap pengumpulan data yang tidak maksimal

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data-data yang mendukung dalam studi kasus ini secara garis besar dapat diklarisifikasikan menjadi 2 bagian,yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan langsung atau hasil penelitian terhadap studi

objek (Data Lapangan.: Lalu lintas harian rata-rata & Kondisi Eksisting)

2. Data Sekunder

Data ini diperoleh dari pihak lain atau instansi terkait, dengan kata lain menggunakan data yang telah ada. Dalam proyek pembangunan jalan. Yang termasuk data sekunder disini adalah :

- a. Data yang didapat dari uji laboratorium :
California Bearing Ratio (CBR)
- b. Data pendukung : Peraturan-peraturan tentang perancangan perkerasan jalan.

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Metode Penelitian dan Observasi

Yaitu dengan cara pengamatan langsung melalui penelitian terhadap jumlah dan jenis kendaraan yang lewat. Hal ini sangat diperlukan untuk mengetahui keadaan sebenarnya dan lingkungan sekitar.

2. Metode Literatur

Yaitu dengan metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metoda kerja yang digunakan. Data tertulis bisa juga dari instansi-instansi.

Data yang diperoleh dari metode literatur ini pada umumnya didapat dari instansi terkait, antara lain :

- Data-data tanah.
- Peraturan-peraturan yang berlaku.
- Grafik dan tabel yang berhubungan.

3.4 Tahap Pelaksanaan

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi yaitu sebuah tata cara atau penjelasan mengenai tahap – tahap

yang akan dilakukan pada penyusunan Tugas Akhir Terapan ini.

3.4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk penyusunan Tugas Akhir Terapan ini antara lain :

- a. Peta lokasi
- b. Peta topografi
- c. Gambar eksisting
- d. Data geometrik jalan
- e. Data CBR tanah
- f. Data lalu lintas
- g. Data curah hujan

Data-data di atas didapatkan pemilik proyek yaitu PT. Natpac Graha Arthamas.

3.4.2 Survey Lokasi

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi suatu proyek yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan. Dari hasil survey tersebut akan didapat data berupa gambar kondisi eksisting lokasi proyek.

3.4.3 Analisis dan Pengolahan Data

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, maka data-data tersebut dianalisa dan diolah, sehingga didapatkan hasil perhitungan yang sesuai dengan teori dan ketentuan yang berlaku.

1. Pengolahan Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang berupa data lalu lintas harian rata-rata dianalisa untuk menghitung tebal perkerasan jalan, diaman diperlukan beban kendaraan, yaitu beban yang berkaitan dengan sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas, dan konfigurasi roda.

2. Pengolahan Data CBR Tanah Dasar

Analisa tanah dasar dilakukan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar, karena mjutu dan daya tahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Pada analisa ini, diperlukan data CBR dari beberapa tempat, sehingga didapatkan daya dukung tanaha dasar yang dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar.

3. Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data hujan digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu area, dimana besarnya debit digunakan untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari saluran hujan terdekat dengan lokasi proyek.

4. Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan, antara lain :

- a. Alinyemen horizontal
- b. Alinyemen vertikal

5. Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur Perencanaan

struktur perkerasan lentur, antara lain :

- a. Struktur dan jenis perkerasan
- b. Penentuan besarnya rencana
- c. Perencanaan tebal lapis perkerasan

6. Perencanaan Drainase

Dalam perencanaan drainase, langkah-langaknya adalah:

- a. Analisa hidrologi
 - b. Menghitung koefisien pengaliran
 - c. Menghitung kemiringan saluran d.
- Menghitung kecepatan rata-rata

- e. Menghitung debit aliran
- f. Menghitung dimensi saluran

7. Penggambaran Rencana Jalan

Pada tahap ini, gambar rencana didapat dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan drainase. Gambar rencana jalan berupa potongan memanjang, potongan melintang, dan drainase jalan. Gambar rencana ini kemudian dijadikan sebagai media komunikasi dalam tahap pelaksanaan.

8. Rencana Anggaran Biaya

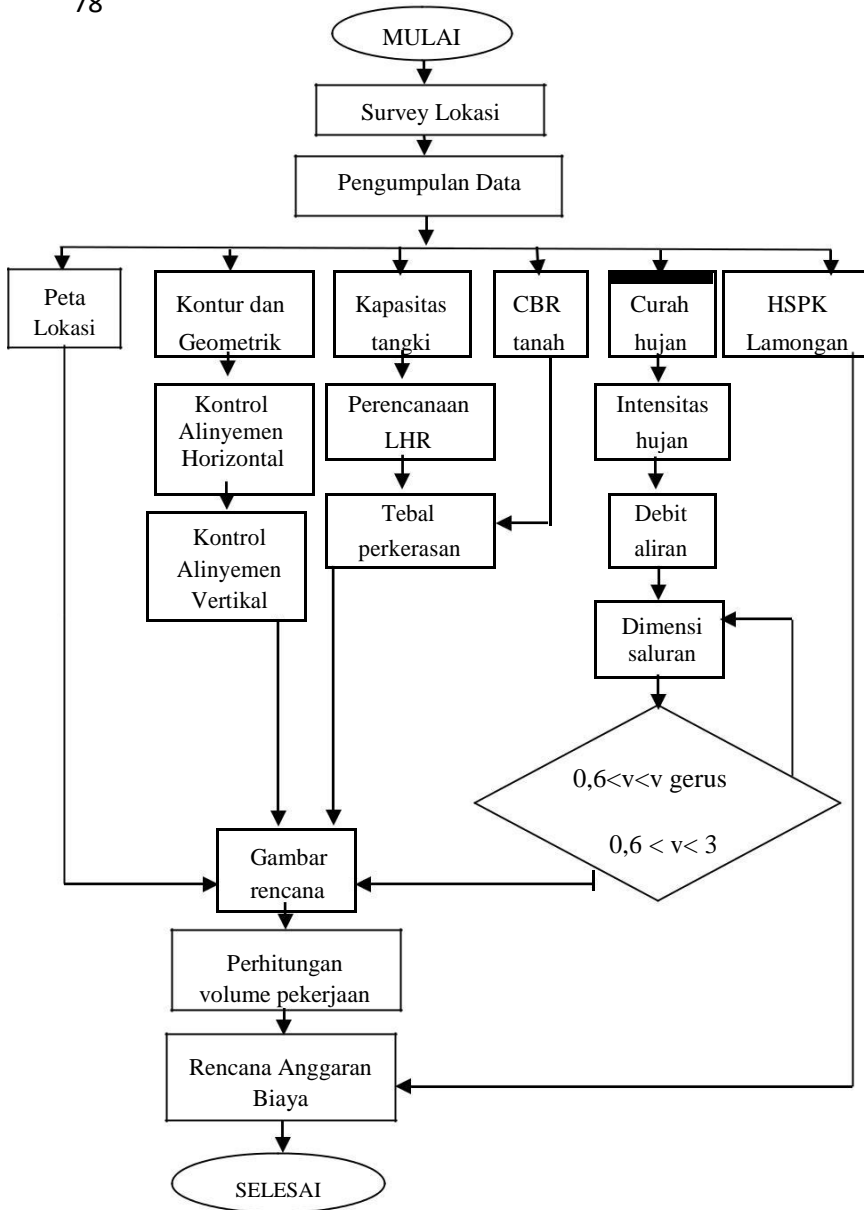
Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan berupa biaya yang diperlukan untuk membiayai perencanaan hasil. Perhitungan rencana anggaran biaya ini menggunakan HSPK kota Lamongan tahun 2018.

9. Kesimpulan dan saran

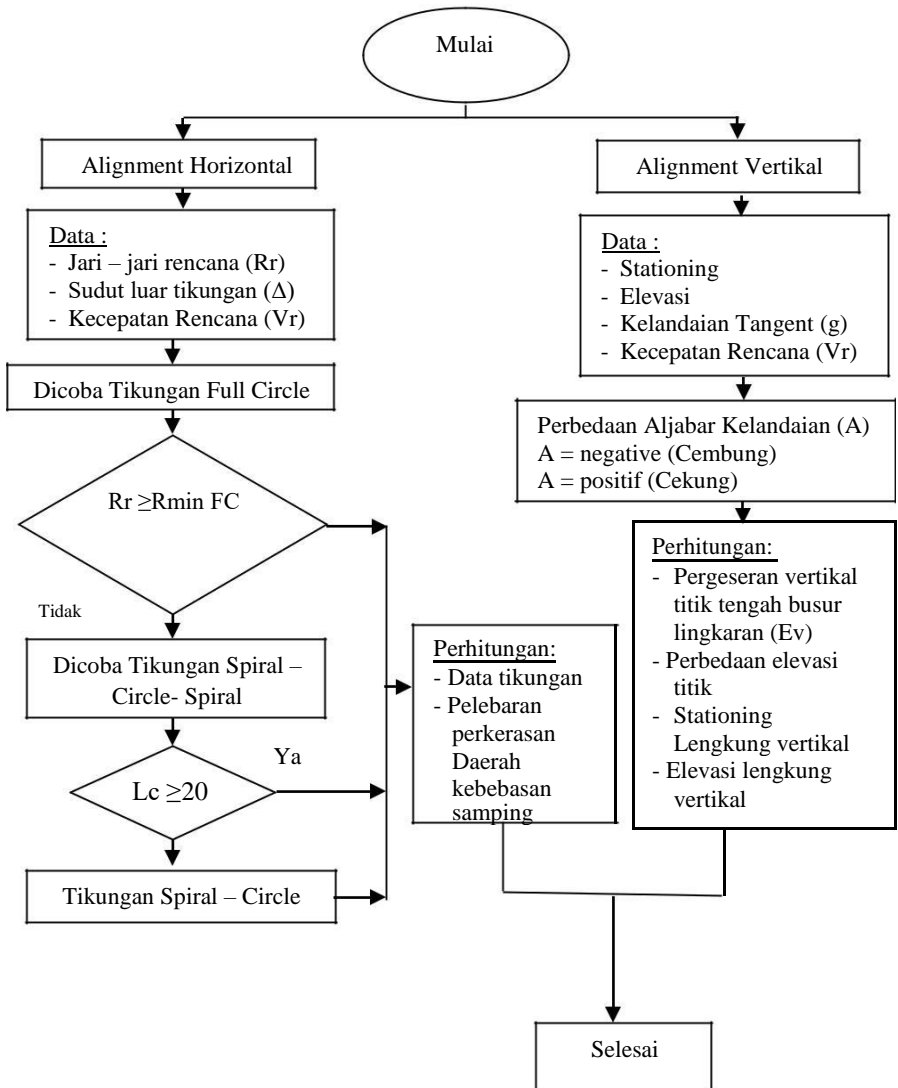
Pada akhir perhitungan dan perencanaan maka akan didapatkan kesimpulan berupa tebal perkerasan lentur yang telah dianalisa sesuai dengan peraturan peraturan dan ketentuan yang berlaku. Dan saran yang diambil dari hasil studi ini.

3.5 Diagram Alir Metodologi

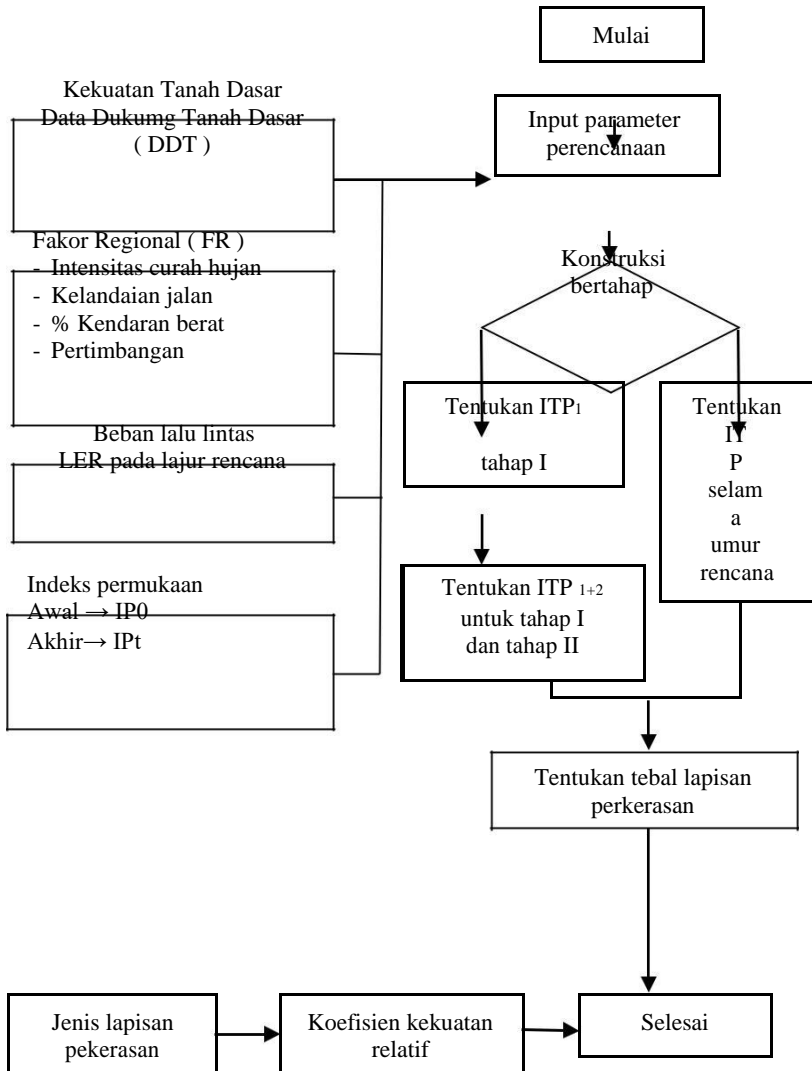
Diagram alir metodologi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Peyeleaian

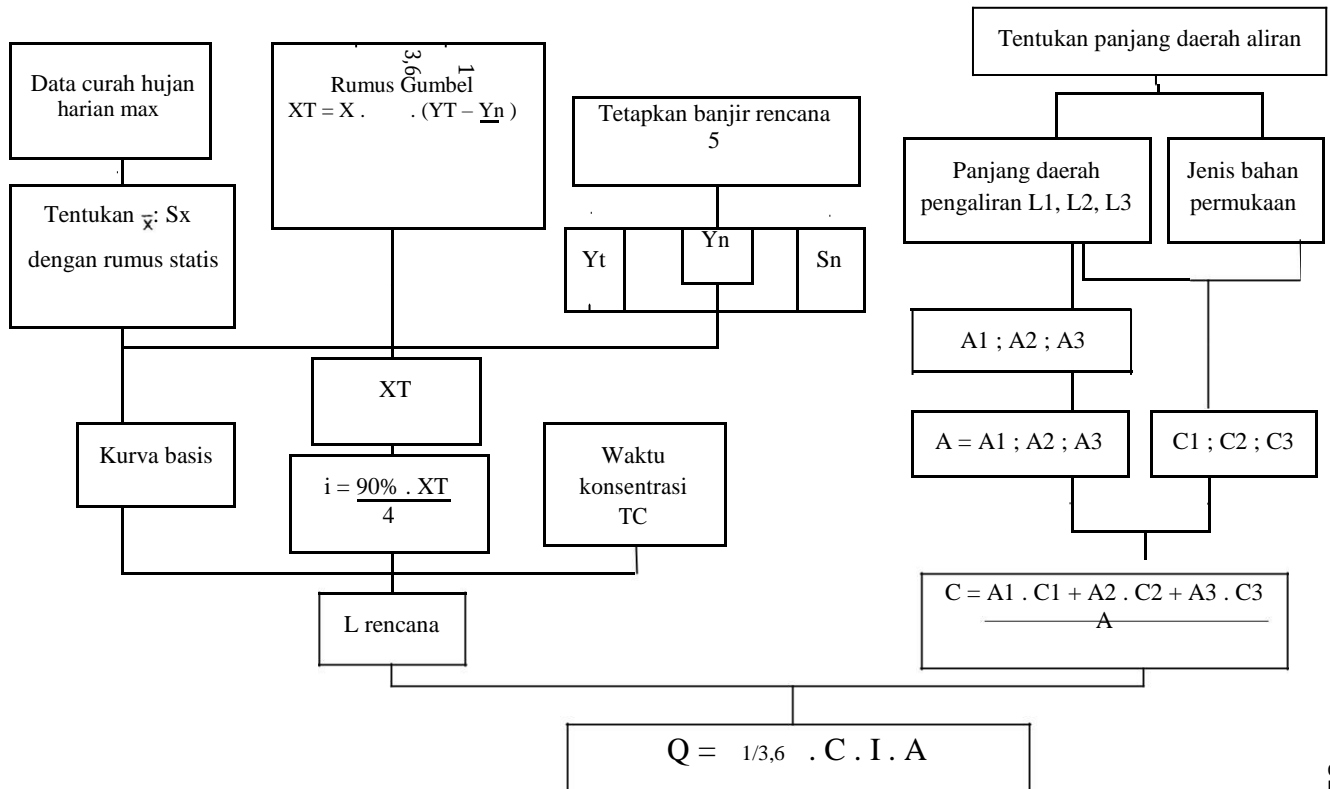


Gambar 3.2 Bagan Alir Perencanaan Geometrik Jalan

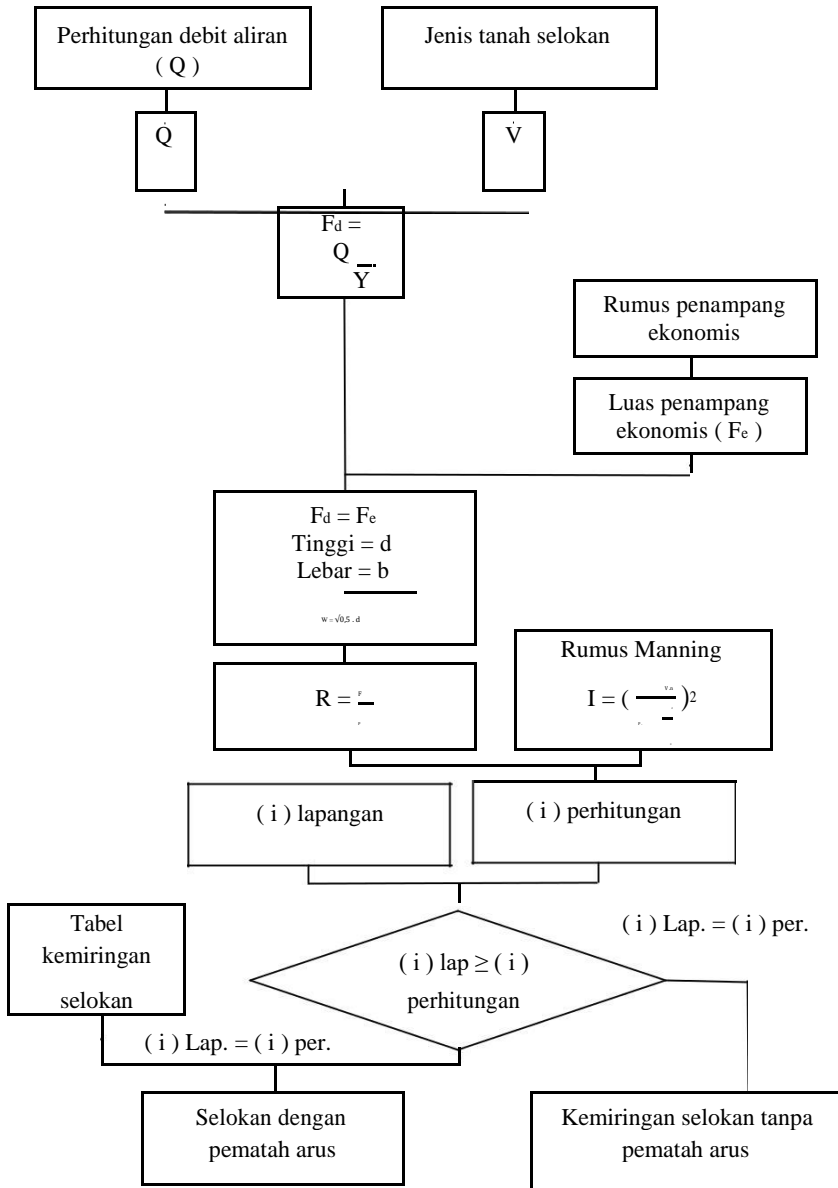


Gambar 3.3 Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Jalan Baru

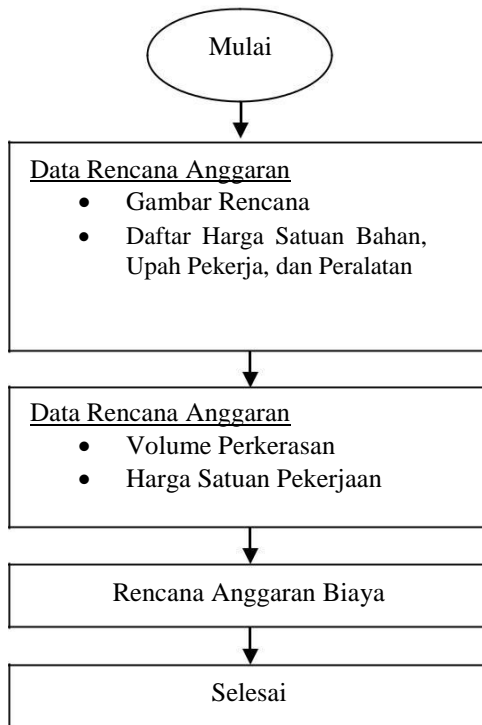




Gambar 3.4 Bagan Alir Perhitungan Debit Aliran



Gambar 3.5 Bagan Alir Perhitungan Dimensi Selokan dan Kemiringan Selokan



Gambar 3.6 Bagan Alir Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Umum

Perencanaan jalan untuk kawasan *Integrated Tank Storage terminal and Logistic Service* Lamongan mengacu kepada perencanaan yang sudah melalui proses kajian dan diskusi. Sebelum merencanakan suatu proyek jalan, terlebih dahulu dilakukan survei pada daerah jalan yang akan dibangun. Melalui hasil survei akan diketahui kondisi perkiraan jalan yang akan dibangun dan kemudian dilakukan penyusunan program perencanaan dan pelaksanaan. Untuk mendukung perencanaan jalan, maka diberikan data-data kondisi jalan yang ada, antara lain :

- a. Peta Lokasi
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data CBR Tanah
- d. Data Kapasitas Tangki Minyak
- e. Data Curah Hujan dan Aliran
- Air f. Gambar Long Section

4.2. Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Jalan untuk kawasan *Integrated Tank Storage terminal and Logistic Service* berada di Desa Ngesong, Sedayulawas, Brondong, Lamongan Jawa Timur. Proyek ini terletak di Jalan Raya Deandels yang terbagi menjadi 4 (empat) section yaitu section A, B, C, dan D. Perencanaan jalan memiliki panjang total 2,95 km yang terbagi menjadi section A 1,340 km , section B 0.85 km, section C 0,39 km , dan section D 0,37 km. Penulis memilih jalan ini sebagai tugas akhir dengan judul “Desain Struktur Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Jalan Kawasan *Integrated Tank Storage Terminal And Logistic Service* (TERSUS), Sedayulawas, Brondong, Lamongan” dimana jalan utama ini memiliki 4 lajur 2 arah untuk section A dan 2 lajur 2 arah untuk section B, C, dan D.

4.2.2 Data Geometrik Jalan

Dalam merencanakan desain geometric jalan adapun yang tersedia pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Desain Geometrik Jalan

No	Uraian	Satuan	Kriteia Desain
1	Kecepatan rencana	km/jam	30
2	Lebar lajur	m	5
3	Jumlah lajur long A	m	4 /2 TB
	Jumlah lajur long B, C, C	m	2/2 TB
4	Lebar median	m	2
5	Kemiringan melintang	%	2
6	Superelevasi maksimum	m	10
7	Jari-jari minimum	m	28
8	Kelandaian maksimum	%	8

4.2.3 Data Cbr Lime Stone

Uji tanah pada jalan untuk kawasan Integrated Tank Storage terminal and Logitic Service dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan tebal perkerasan. Pengujian CBR lapangan berupa material limestone berbatu kapur sebagai Top Layer dengan data CBR seperti yang disajikan pada tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Data CBR Limestone

JENIS PENGUJIAN	NO TITIK	PROSENTASE CBR
Material Limestone berbatu kapur	1. 0+375	0,1'' = 46,67
		0.2'' = 45,60
	2.0+400	0,1'' = 56,70
		0.2'' = 53,30
	3.0+425	0,1'' = 50,00
		0.2'' = 52,80
	4.0+450	0,1'' = 49,20
		0.2'' = 50,00
	5.0+475	0,1'' = 50,00
		0.2'' = 47,80
	6.0+500	0,1'' = 54,20

		$0.2'' = 52,20$
	7.0+525	$0,1'' = 44,20$
		$0.2'' = 41,70$
	8.0+550	$0,1'' = 42,50$
		$0.2'' = 40,60$
	9.0+575	$0,1'' = 33,60$
		$0.2'' = 28,90$
	10.0+575	$0,1'' = 58,30$
		$0.2'' = 48,90$
	11.0+600	$0,1'' = 60,00$
		$0.2'' = 57,80$
	12.0+625	$0,1'' = 56,70$
		$0.2'' = 48,90$
	13.0+650	$0,1'' = 54,20$
		$0.2'' = 48,40$
	14.0+675	$0,1'' = 55,80$
		$0.2'' = 52,20$

*Sumber: Laboratorium Transportasi dan
Geoteknik Departemen Teknik Infrastruktur
Sipil, Fakultas Vokasi ITS*

JENIS PENGUJIAN	NO TITIK	PROSENTASE CBR
Material Limestone berbatu kapur	15.0+700	0,1'' = 55,30
		0.2'' = 56,70
	16.0+100	0,1'' = 45,00
		0.2'' = 41,10
	17.0+150	0,1'' = 54,20
		0.2'' = 46,70

Sumber: Laboratorium Transportasi dan Geoteknik Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi ITS

CBR rata-rata :

$$0.1'' = 51,13 \%$$

$$0.2'' = 47,85 \%$$

Jadi dipakai nilai CBR 51,13 %

4.2.4 Data Kapasitas Tangki Minyak

Data kapasitas tangki di gunakan untuk menentukan jumlah tangki yang nantinya akan beroperasi di kawasan tersebut. Berikut data kapasitas tangki yang ada :

1. T-10.000
 \varnothing 30 m / 10.000 KL
 13 bh = 130.000 KL
2. T-5.000
 \varnothing 21 m / 5.000 KL
 9 bh = 45.000 KL
3. T-3.000
 \varnothing 17 m / 3.000 kiloLiter
 6 bh = 18.000 KL
4. T-2.000
 \varnothing 15 m / 2.000 kiloLiter
 9 bh = 18.000 KL
5. T-1.500
 \varnothing 14 m / 1.500 kiloLiter
 6 bh = 9.000 KL
6. T-1.250
 \varnothing 13 m / 1.250 kiloLiter
 2 bh = 2.500 KL
7. T-1.000
 \varnothing 12 m / 1.000 kiloLiter
 8 bh = 8.000 KL
8. T-750
 \varnothing 11 m / 750 kiloLiter
 2 bh = 1.500 KL

Total Volume Tangki = 232.000 KiloLiter

Total Jumlah Tangki = 55 Tangki

Catatan :

Berat jenis minyak = 0,87 kg/L

Kapasitas truk = 32 ton

Banyak truk = $201840/32 = 6307,5$ buah

Seluruh volume minyak pada tangki penyimpanan tidak didistribusikan kepada konsumen dalam sehari. Berdasarkan data konsumen, pemilik membagi pendistribusian

minyak selama tiga hari dari volume total. Untuk volume kendaraan ringan didapat dari perkiraan banyaknya kendaraan yang mengakses tempat tersebut, mengingat kawasan ini juga terdapat wilayah perkantoran yang menangani aktivitas operasional serta konsumen yang akan bekerjasama.

Jadi data kendaraan yang akan lewat di kawasan tersebut sebagai berikut :

- Kendaraaan ringan 2 ton = 250 kendaraan/hari
- Truk 4 as 42 ton = 2100 kendaraan/hari

4.2.5 Data Curah Hujan dan Aliran Air

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data ini diperoleh dari buku UPT Pengairan Kabupaten Lamongan. Stasiun hujan yang berpengaruh pada daerah tangkapan hujan (catchment area) yaitu Stasiun Brondong. Data tersedia selama 36 (tiga puluh enam) tahun mulain tahun 1979 sampai dengan 2014.

Data Curah Hujan tersebut seperti yang disajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Table 4.3 Data Curah Hujan STA Brondong

NO	TAHUN	CHMAX STA.BRONDONG	
		TGL/BLN	R (mm/hari)
1	1979	28 Desember	41
2	1980	14 Agustus	88
3	1981	13 Januari	59
4	1982	16 Januari	133

5	1983	17 April	86
6	1984	17 Februari	130
7	1985	21 Februari	62
8	1986	6 Januari	98
9	1987	16 Desember	110
10	1988	15 November	150
11	1989	8 Juni	104
12	1990	6 Januari	121
13	1991	20 Januari	105
14	1992	8 Desember	57
15	1993	29 Januari	96
16	1994	23 Desember	124
17	1995	8 Maret	102
18	1996	7 Februari	113
19	1997	28 Desember	82
20	1998	27 Juni	73
21	1999	21 Maret	75
22	2000	6 Juni	72

23	2001	22 Januari	76
24	2002	30 Januari	85
25	2003	8 Februari	71
26	2004	30 Mei	69
27	2005	24 November	70
28	2006	28 Januari	120
29	2007	8 Maret	75
30	2008	16 Nopember	100
31	2009	23 Maret	80
32	2010	7 Oktober	210
33	2011	29 Desember	125
34	2012	5 Januari	187
35	2013	2 Januari	145
36	2014	18 Desember	93

Sumber : UPT Pengairan Lamongan

4.2.6 Gambar Long Section

Gambar long section dan cross section digunakan untuk mengecek persamaan kondisi lapangan eksisting dengan gambar perencanaan serta berfungsi untuk mengecek arah aliran saluran dan bangunan sekitar, seperti yang terlampir.

BAB V

ANALISA PERHITUNGAN DATA

5.1. Analisa Data Lalu Lintas

Data kapasitas tangki di gunakan untuk menentukan jumlah kendaraan berat yang nantinya akan beroperasi di kawasan tersebut. Berikut data kapasitas tangki yang ada :

1. T-10.000

Ø 30 m / 10.000 KL

13 bh = 130.000 KL

2. T-5.000

Ø 21 m / 5.000 KL

9 bh = 45.000 KL

3. T-3.000

Ø 17 m / 3.000 kiloLiter

6 bh = 18.000 KL

4. T-2.000

Ø 15 m / 2.000 kiloLiter

9 bh = 18.000 KL

5. T-1.500

Ø 14 m / 1.500 kiloLiter

6 bh = 9.000 KL

6. T-1.250

Ø 13 m / 1.250 kiloLiter

2 bh = 2.500 KL

7. T-1.000

Ø 12 m / 1.000 kiloLiter

8 bh = 8.000 KL

8. T-750

Ø 11 m / 750 kiloLiter

2 bh = 1.500 KL

Total Volume Tangki = 232.000 kL

Total	Jumlah	Tangki	=	55	Tangki
-------	--------	--------	---	----	--------

Catatan :

Berat jenis minyak = 0,87 kg/L

Kapasitas truk = 32 ton

Banyak truk = $201840/32 = 6307,5$ kend.

Seluruh volume minyak pada tangki penyimpanan tidak didistribusikan kepada konsumen dalam sehari . Berdasarkan data konsumen, pemilik membagi pendistribusian minyak selama tiga hari dari volume total. Untuk volume kendaraan ringan didapat dari perkiraan banyaknya kendaraan yang mengakses tempat tersebut, mengingat kawasan ini juga terdapat wilayah perkantoran yang menangani aktivitas operasional serta konsumen yang akan bekerjasama.

Jadi data kendaraan yang akan lewat di kawasan tersebut sebagai berikut :

- Kendaraaan ringan 2 ton = 250 kend/hari
- Truk 4 as 42 ton = 2100 kend/hari

5.2. Analisa Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan perlu dilakukan perencanaan terhadap geometrik jalan untuk kenyamanan dan keselamatan jalan. Pada Jalan kawasan *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service* (Tarsus), terdapat tipe geometrik yang dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Alinyemen Horizontal
2. Alinyemen Vertikal

5.2.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu. Dari data yang ada pada kawasan *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service*

(Tarsus) terdapat 4 long jalan yaitu, Long A, Long B, Long C. dan Long D. berikut daftar jenis dan jumlah tikungan pada masing-masing long dapat dilihat pada table 5.1.

Tabel 5.1 Jenis dan Jumlah Tikungan

No	Long	Tipe Jalan	Jumlah Tikungan	Keterangan
1	A	4/2 TB	11	9 tikungan SS 2 tikungan SCS
2	B	2/2 TB	6	6 tikungan SS
3	C	2/2 TB	1	1 Tikungan SS
4	D	2/2 TB	3	3 tikungan SS

Berikut data data perencanaan geometrik jalan kawasan *Tank Storage Terminal and Logistic Service* (Tarsus) disajikan pada table 5.2

Tabel 5.2 Data perencanaan geomtrik

Kecepatan Rencana (v) (km/jam)	Koefisien Gesekan melintang mak. (fm mak.)	Superelevasi Maksimum (em mak.) %
30	0,1725	8

Untuk merencanakan tikungan diperlukan jari-jari minimum pada tikungan untuk memperoleh kenyamanan saat mengemudikan kendaraan. Berikut perhitungan jari-jari minimum tikungan pada jalan kawasan *Tank Storage Terminal and Logistic Service* (Tersus).

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus jari-jari min. : } R_{\min} &= V_r^2 / 127 \times (e_m + f_m) \\
 &= 30^2 / 127 \times (0,1725 + 0,08) \\
 &= 28,35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil perhitungan dari masing-masing tikungan

1. Tikungan Spiral- Spiral (SS) STA 1+093 (Long A)

Tikungan pada STA 1+093 (Long A)

menggunakan tikungan Spiral-Spiral karena pada kontrol perhitungan L_s tikungan, $LC < 25$ m. Berikut perhitungan tikungan STA 1+093:

Menentukan nilai R_{\min}

Nilai R_{\min} sudah diketahui pada perhitungan sebelumnya yaitu 28,35 m,

$R_c = 30$ m (memenuhi)

Menentukan nilai L_s

Nilai L_s dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{R_c \cdot \Delta \theta^2}{90} \\
 &= \frac{30 \cdot 22,4^2}{90} = 23,947 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai p

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{L_s^3}{6 \cdot R_c \cdot \Delta \theta \cdot (1 - \cos \theta_s)} \\
 &= \frac{23,947^3}{6 \cdot 30 \cdot (1 - \cos 22,4)} \\
 &= 0,769 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai k

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{L_s^3 - 6 \cdot R_c \cdot L_s^2 \cdot \sin \theta_s}{90} \\
 &= \frac{23,947^3 - 6 \cdot 30 \cdot 23,947^2 \cdot \sin 22,4}{90}
 \end{aligned}$$

$$= 11,490 \text{ m}$$

Menentukan nilai Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Ts &= (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \\ &= (30 + 0,679) \tan \frac{1}{2} 44,08 + \\ 11,490 &= 23,947 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai Es

Nilai Es dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Es &= (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\ &= (30 + 0,679) \sec \frac{1}{2} 44,08 - 30 \\ &= 3,195 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan Nilai L total

Nilai L total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L \text{ tot} &= 2 \cdot Ls \\ &= 2 \cdot 23,947 \\ &= 46,179 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Tikungan Spiral-Circle-Spiral pada STA 0 + 328,4 (long A)

Tikungan pada STA 0+328,4 (Long A) menggunakan tikungan Spiral-Circle-Spiral karena pada kontrol perhitungan L_s tikungan, $LC > 25 \text{ m}$. Berikut perhitungan tikungan STA 0+328,4:

Menentukan nilai L_s

Nilai L_s dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \cdot \frac{10^3}{Rc \cdot C} - 2,727 \frac{V_{max}}{c} \\ &= 0,022 \cdot \frac{30^3}{35 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{30 \cdot 0,08}{0,4} \\ &= 26,067 \text{ m} \end{aligned}$$

(diambil rumus dengan nilai terbesar)

Menentukan nilai Xs

Nilai Xs dapat dihitung dengan rumus :

$$X_s = L_s \cdot \left(1 - \frac{L_s^2}{\frac{26,067^2}{40 \cdot R_c^2} + 1 - 26,067^2} \right)$$

$$= 25,075 \text{ m}$$

Menentukan nilai Ys

Nilai Ys dapat dihitung dengan rumus :

$$Y_s = \frac{L_s^3}{6 \cdot R_c}$$

$$= \frac{26,067^3}{6 \cdot 35}$$

$$= 3,236 \text{ m}$$

Menentukan nilai θs

Nilai θs dapat dihitung dengan rumus :

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \cdot \frac{L_s}{R_c}$$

$$= \frac{90}{3,14} \cdot \frac{26,067}{35}$$

$$= 21,374^\circ$$

Menentukan nilai p

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus:

$$p = 6 \cdot \frac{L_s^3}{26,067^2} \cdot R_c \cdot (1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{26,067^3}{40 \cdot 35^2} \cdot 35 \cdot (1 - \cos 21,374)$$

$$= 0,834 \text{ m}$$

Menentukan nilai k

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus :

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} - R_c \sin \theta_s$$

$$= 26,067 - \frac{26,067^3}{40,35^2 - 35 \cdot \sin 21,374}$$

$$= 12,296 \text{ m}$$

Menentukan nilai Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Ts &= (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \\ &= (35 + 0,834) \tan \frac{1}{2} 85,65 + 12,296 \\ &= 46,177 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai Es

Nilai Es dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Es &= (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\ &= (35 + 0,864) \sec \frac{1}{2} 85,65 - 35 \\ &= 13,538 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai Lc

Nilai Lc dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Lc = \frac{(A - \frac{500}{100}) \cdot \pi \cdot Rc}{\sin \frac{1}{2} \Delta}$$

$$= 26,228 \text{ m}$$

Menentukan nilai L tot

Nilai L tot dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L \text{ tot} &= Lc + 2 \cdot Ls \\ &= 26,228 + 2 \cdot 26,067 \\ &= 78,361 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Tikungan Spiral- Spiral (SS) STA 0+538,28 (Long B)

Tikungan pada STA 0+538,28 (Long B) menggunakan tikungan Spiral-Spiral karena pada kontrol perhitungan Ls tikungan, $LC < 25 \text{ m}$. Berikut perhitungan tikungan STA 0+538,28:

Menentukan nilai Ls

Nilai Ls dapat dihitung menggunakan rumus :

$$L_s = \frac{R_c \cdot \Delta s}{10} = \frac{36,675 \cdot 10}{10} = 37,816 \text{ m}$$

Menentukan nilai p

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus:

$$p = \frac{L_s^2}{2 \cdot R_c \cdot (1 - \cos \theta_s)} = \frac{37,816^2}{2 \cdot 28 \cdot (1 - \cos 77,35)} = 2,372 \text{ m}$$

Menentukan nilai k

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus :

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2} - R_c \sin \theta_s = 38,675 - \frac{37,816^2}{40 \cdot 28^2} - 28 \cdot \sin 38,675 = 18,594 \text{ m}$$

Menentukan nilai Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k = (28 + 2,372) \tan \frac{1}{2} 77,35 + 18,594 = 42,904 \text{ m}$$

Menentukan nilai Es

Nilai Es dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c = (28 + 2,372) \sec \frac{1}{2} 77,35 - 28 = 10,903 \text{ m}$$

Menentukan Nilai L total

Nilai L total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= 2 \cdot L_s \\ &= 2 \cdot 37,816 \\ &= 17,631 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Tikungan Spiral- Spiral (SS) STA 0+172 (Long C)

Tikungan pada STA 0+172 (Long C) menggunakan tikungan Spiral-Spiral karena pada kontrol perhitungan L_s tikungan, $LC < 25 \text{ m}$. Berikut perhitungan tikungan STA 0+172:

Menentukan nilai L_s

Nilai L_s dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{R_c \cdot \Delta \theta}{90} \\ &= \frac{1125 \cdot 63,43}{90} = 7,932 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai p

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} p &= \frac{L_s^2}{24 \cdot R_c} \cdot \frac{1 - \cos \theta_s}{\theta_s} \\ &= 0,037 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai k

Nilai k dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} k &= L_s - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2} - R_c \sin \theta_s \\ &= 7,932 - 40 \cdot 289 \cdot 70 \cdot \sin 3,45^\circ \end{aligned}$$

Menentukan nilai Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Ts &= (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \\ &= (70 + 0,037) \tan \frac{1}{2} 6,49 + 3,967 \\ &= 7,938 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai Es

Nilai Es dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Es &= (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\ &= (70 + 0,037) \sec \frac{1}{2} 6,49 - 70 \\ &= 0,15 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan Nilai L total

Nilai L total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= 2 \cdot Ls \\ &= 2 \cdot 7,932 \\ &= 18,864 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Tikungan Spiral- Spiral (SS) STA 0+045 (Long D)

Tikungan pada STA 0+045 (Long C)

menggunakan tikungan Spiral-Spiral karena pada kontrol perhitungan L_s tikungan, $LC < 25 \text{ m}$. Berikut perhitungan tikungan STA 0+045:

Menentukan nilai Ls

Nilai L_s dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{200 \cdot 0,15}{0,0005} \\ &= 12,754 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai p

Nilai p dapat dihitung menggunakan rumus:

$$p = \frac{L^2 \sin^2 \theta_s}{40 \cdot Rc \cdot (1 - \cos \theta_s)}$$

$$= 0,148 \text{ m}$$

Menentukan nilai k

Nilai k dapat dihitung menggunakan rumus :

$$k = Ls - \frac{L^2}{40 \cdot Rc^2} - Rc \sin \theta_s$$

$$= 12,754 - \frac{12,754^2}{40 \cdot 46^2} - 46 \cdot \sin 7,94 = 6,376 \text{ m}$$

Menentukan nilai Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Ts &= (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \\ &= (46 + 0,148) \tan \frac{1}{2} 15,88 + \\ &6,376 = 12,812 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan nilai Es

Nilai Es dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Es &= (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \\ &= (46 + 0,148) \sec \frac{1}{2} 15,88 - 46 \\ &= 0,595 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan Nilai L total

Nilai L total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= 2 \cdot Ls \\ &= 2 \cdot 12,754 \\ &= 25,509 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan setiap tikungan disajikan pada table 5.3 dan 5.4 berikut ini:

Table 5.3 perhitungan tikungan SCS

Long	No	STA	Δ	R rencana	Ls	Xs	Ys	$\emptyset S$	p	k	Ts	Es	Lc	L tot
			o	mm	m					mm	mm			
A	1	0 + 359,36	85,65	35	26,07	25,71	3,24	21,35	0,83	12,96	46,18	13,86	26,23	78,36
	2	0 + 817,95	39,42	94,86	25,00	24,96	1,10	7,55	0,27	12,49	46,57	6,20	40,23	90,23

Tabel 5.4 Perhitungan tikungan SS

Long	No	STA	Δ	R rencana	$\emptyset S$	Ls	p	k	Ts	Es	L total
			o	m	o	m	m	m	m	m	m
A	1	0 + 091,95	40,97	35,16	20,49	25,15	0,78	12,53	25,95	3,20	50,31
	2	0 + 139,95	44,08	30,00	22,04	23,09	0,77	11,49	23,95	3,20	46,18
	3	0 + 235	72,95	29,61	36,48	37,72	2,21	18,59	42,11	9,96	75,44
	4	0 + 456,33	30,05	51,72	15,03	27,14	0,60	13,54	27,59	2,46	54,27
	5	0 + 510,42	32,77	47,27	16,39	27,05	0,66	13,49	27,58	2,69	54,10
	6	0 + 570,39	27,28	69,32	13,64	33,02	0,67	16,48	33,47	2,70	66,03
	7	0 + 616,63	16	59,55	8,00	16,64	0,20	8,32	16,71	0,78	33,27
	8	0 + 725,82	40,71	28,50	20,36	20,26	0,62	10,09	20,89	2,56	40,52
	9	0 + 903,81	24,47	78,81	12,24	33,67	0,61	16,82	34,04	2,45	67,34
	10	0 + 130,7	95,28	30,00	47,64	49,91	4,05	24,29	61,63	20,54	99,82
B	11	0 + 217,19	72,95	29,61	36,48	37,72	2,21	18,59	42,11	9,96	75,44
	12	0 + 583,28	77,35	28,00	38,68	37,82	2,37	18,59	42,90	10,90	75,63
	13	0 + 682,42	9,96	28,00	4,98	4,87	0,04	2,44	4,88	0,14	9,74
	14	0 + 724,41	6,87	28,00	3,44	3,36	0,02	1,68	3,36	0,07	6,72
C	15	0 + 777,98	12,04	28,00	6,02	5,89	0,05	2,94	5,90	0,21	11,77
	16	0 + 172	85,65	46,00	40,78	34,17	2,28	16,77	39,44	10,71	68,35
	17	0 + 045	15,88	46,00	7,94	12,75	0,15	6,38	12,81	0,60	25,51
D	18	0 + 185	17,03	28,00	8,52	8,33	0,10	4,16	8,37	0,42	16,65
	19	0 + 250	16,5	53,00	8,25	15,27	0,18	7,63	15,34	0,74	30,54

5.2.2 Alinyemen Vertikal

1. Lengkung Vertikal Cembung

PI2 Diketahui :

$$\begin{aligned} G1 &= -0,3\% \\ G2 &= -1,09\% \\ V &= 30 \text{ km/jam} \\ STA \text{ PPV} &= 0 + 139,95 \\ EL \text{ PPV} &= +4,87 \text{ m} \\ S &= 25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$A = |G2 - G1| = |-1,09 - (-0,3)| = 0,79 \text{ (Cembung)}$$

• Mencari L

- Berdasarkan Jarak Pandang Henti

$$\begin{aligned} S < L &= \frac{A \times S^2}{200 \times (201 + 29,27)} \\ &= \frac{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{200 \times (201 + 29,27)} \\ &= 12 \text{ m (Tidak Sesuai)} \\ S > L &= 2 \times \frac{A}{\sqrt{200 \times (201 + 29,27)}} \\ &= 2 \times 25 - 200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2 0,79 \\ &= -495,78 \text{ m (Tidak Sesuai)} \end{aligned}$$

- Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului

$$\begin{aligned} S < L &= \frac{A \times S^2}{200 \times (201 + 29,27)} \\ &= 0,587 \text{ m (Tidak Sesuai)} \\ S > L &= 2 \times \frac{A}{\sqrt{200 \times (201 + 29,27)}} \\ &= -101,3 \text{ m (Tidak Sesuai)} \end{aligned}$$

- Berdasarkan Keluwesan Bentuk

$$L = 0,6 \times V = 0,6 \times 30 = 18 \text{ m}$$

- Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

$$L = \frac{A \times V^2}{675 \times 10^3} = \frac{389}{675 \times 10^3} = 1,48 \text{ m}$$

- Berdasarkan Ketentuan Drainase

$$L = 50 \times A = 50 \times 0,79 = 39,5 \text{ m}$$

- Berdasarkan visual lengkung

$$L = \frac{A \times V^2}{675 \times 10^3} = \frac{389}{675 \times 10^3} = 1,87 \text{ m}$$

Pemilihan panjang lengkung vertikal Cembung harus merupakan panjang terpanjang yang dibutuhkan setelah mempertimbangkan Jarak pandang henti dan penyinaran lampu kendaraan lain di malam hari, Jarak pandang mendahului, keluwesan bentuk, kenyamanan pengemudi, ketentuan drainase, dan bentuk visual lengkung. Maka panjang Lengkung vertikal yang sesuai dan dipilih untuk perencanaan adalah **39,5 m**.

$$\text{STA PPV} = 0+139,95$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - 1/2L \\ &= 0+139,95 - 1/2(39,5) \\ &= 0+120,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + 1/2L \\ &= 0+139,95 + 1/2(39,5) \\ &= 0+159,7 \end{aligned}$$

$$\text{EL PPV} = +4,87$$

$$\begin{aligned} \text{EL PLV} &= \text{EL PPV} - (G1.1/2L) \\ &= +4,87 - (0,3\% \cdot 1/2 \cdot 39,5) \\ &= +4,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EL PTV} &= \text{EL PPV} - (G2.1/2L) \\ &= +4,87 - (1,09\% \cdot 1/2 \cdot 39,5) \\ &= +4,65 \end{aligned}$$

- Menghitung y' Lengkung Vertikal

- **STA 0 + 139,95 (STA PPV)**

$$y' = \Delta G_1 \cdot x = 0,13 \cdot 200 = 26,00$$

$$200 \cdot 0,79 \times 200 = 0,039 \text{ m}$$

$$EL = EL \text{ PPV} + y' = +4,87 - 0,039 = +4,831$$

- **STA 0+124,95**

$$y' = \Delta G_1 \cdot x = 0,79(124,95 - 139,95) = -14,95$$

$$= 200L \cdot 200 \times 39,5 \text{ EL} = EL \text{ PPV} + G_1 \cdot x - y'$$

$$= +4,87 + 0,79(139,95 - 124,95) - 0,0025 = +4,91$$

- **STA 0+154,95**

$$y' = \Delta G_2 \cdot x = 0,79(154,95 - 139,95) = 14,95$$

$$200L \cdot 200 \times 39,5 \text{ EL} = EL \text{ PPV} - G_2 \cdot x - y'$$

$$= +4,87 - 0,79 \cdot 15 + 0,0025 = +4,704$$

2. Lengkung Vertikal Cekung

PI9 Diketahui :

$$G_1 = -0,13\%$$

$$G_2 = +1,7\%$$

$$V = 30 \text{ km/jam}$$

$$\text{STA PPV} = 0+725,82$$

$$\text{EL PPV} = +2 \text{ m}$$

$$S = 25 \text{ m}$$

$$A = |G_2 - G_1| = |1,7 + 0,13| = 1,83 \text{ (Cekung)}$$

- Mencari L
- Berdasarkan Jarak Pandang Henti

$$\begin{aligned}
 & \begin{array}{ccc} A \times 10^2 & & 183 \times 10^2 \\ \hline 120 \times 3,5 & = & 120 \times 3,5 \times 25 \\ \hline \end{array} \\
 S < = & \quad \quad \quad = 0,109 \text{ m (Tidak Sesuai)} \\
 \\
 S > = & \quad \quad \quad 2 \times = \frac{120 \times 3,5}{1,83} \\
 & \quad \quad \quad = \frac{2 \times 25 \times 120 \times 3,5}{1,83} \\
 & \quad \quad \quad = 0,0713 \text{ m (Tidak Sesuai)}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan Keluwesan Bentuk
- Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

$$\begin{aligned}
 & \begin{array}{ccc} A \times 10^2 & & 183 \times 10^2 \\ \hline 309 & = & 309 \\ \hline \end{array} \\
 L = & \quad \quad \quad = 4,234 \text{ m} \\
 L = 50 \times A = 50 \times 1,83 = 91,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan Ketentuan Drainase

Pemilihan panjang lengkung vertikal Cekung harus merupakan panjang terpanjang yang dibutuhkan setelah mempertimbangkan Jarak pandang henti dan penyinaran lampu kendaraan lain di malam hari, Jarak pandang mendahului, keluwesan bentuk, kenyamanan pengemudi, ketentuan drainase, dan bentuk visual lengkung. Maka panjang Lengkung vertikal yang sesuai dan dipilih untuk perencanaan adalah **91,5 m**.

$$\text{STA PPV} = 0+725,82$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - 1/2L \\
 &= 0+0+725,82 - 1/2(18) \\
 &= 0+716,82
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + 1/2L \\
 &= 0+0+725,82 + 1/2(18)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0+734,82 \\
 \text{EL PPV} &= +2 \\
 \text{EL PLV} &= \text{EL PPV} - (G1.1/2L) \\
 &= +2 + (0,13\% \cdot 1/2 \cdot 18) \\
 &= +2,0117 \\
 \text{EL PTV} &= \text{EL PPV} - (G2.1/2L) \\
 &= +2 + (1,83\% \cdot 1/2 \cdot 18) \\
 &= +2,165
 \end{aligned}$$

• Menghitung y' Lengkung Vertikal
- STA 0 +725,82 (STA PPV)

$$\begin{aligned}
 y = Ax^2 + Bx + C &= A(1/2L)^2 + B(1/2L) + C \\
 &= 1,83 \times 18 + 0,041 \text{ m} \\
 \text{EL} &= \text{EL PPV} + y' = +2 - 0,041 = +1,959
 \end{aligned}$$

- STA 0+720,82

$$\begin{aligned}
 y = Ax^2 + Bx + C &= A(1/2L)^2 + B(1/2L) + C \\
 &= 200L \cdot 200 \times 18 \text{ EL} = \text{EL PPV} + G_1 \cdot x - y' \\
 &= +2 + 0,33\% \cdot 4^2 - 0,008 = +2,045
 \end{aligned}$$

- STA 0+730,82

$$\begin{aligned}
 y = Ax^2 + Bx + C &= A(1/2L)^2 + B(1/2L) + C \\
 &= 200L \cdot 200 \times 18 \text{ EL} = \text{EL PPV} - G_2 \cdot x - y' \\
 &= +2,012 - 1,83\% \cdot 4 - 0,008 = +1,996
 \end{aligned}$$

3. Lengkung Vertikal Cembung
PI10 Diketahui :

$$\begin{aligned}
 G1 &= + 1,95\% \\
 G2 &= - 0,06\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 30 \text{ km/jam} \\ \text{STA PPV} &= 0 + 768,9 \\ \text{EL PPV} &= +2,82 \text{ m} \\ S &= 25 \text{ m} \\ A &= |G_2 - G_1| = |+1,95 + 0,06| = 2,01 \text{ (Cembung)} \end{aligned}$$

- Mencari L
- Berdasarkan Jarak Pandang Henti

$$\begin{aligned} S < &= \frac{A \times S^2}{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \\ &= \frac{2,01 \times (0,91 + 0,20)^2}{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2} \\ &= 3,053 \text{ m (Tidak Sesuai)} \\ S > &= 2 \times \frac{A}{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \\ &= 2 \times 25 = 200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2 \times 2,01 \\ &= 495,70 \text{ m (Tidak Sesuai)} \end{aligned}$$

- Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului

$$\begin{aligned} S < &= \frac{A \times S^2}{200 \times 25} \\ &= \frac{2,01 \times 25}{200 \times 25} \\ &= 0,005 \text{ m (Tidak Sesuai)} \\ S > &= 2 \times \frac{A}{200 \times 25} \\ &= 2 \times 25 = 1013 \text{ m (Tidak Sesuai)} \end{aligned}$$

- Berdasarkan Keluwesan Bentuk

$$L = 0,6 \times v = 0,6 \times 30 = 18 \text{ m}$$

- Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

$$\begin{aligned} L &= \frac{A \times v^2}{389} = \frac{2,01 \times 30^2}{389} = 4,65 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Berdasarkan Ketentuan Drainase**

$$L = 50 \times A = 50 \times 2,01 = 105 \text{ m}$$

- **Berdasarkan visual lengkung**



Pemilihan panjang lengkung vertikal Cembung harus merupakan panjang terpanjang yang dibutuhkan setelah mempertimbangkan Jarak pandang henti dan penyinaran lampu kendaraan lain didalam hari, Jarak pandang mendahului, keluwesan bentuk, kenyamanan pengemudi, ketentuan drainase, dan bentuk visual lengkung. Maka panjang Lengkung vertikal yang sesuai dan dipilih untuk perencanaan adalah **105 m**.

$$\text{STA PPV} = 0 + 768,9$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - 1/2L \\ &= 0 + 768,9 - 1/2(18) \\ &= 0+759,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + 1/2 L \\ &= 0 + 768,9 + 1/2(18) \\ &= 0+777,9 \end{aligned}$$

$$\text{EL PPV} = +2,82$$

$$\begin{aligned} \text{EL PLV} &= \text{EL PPV} - (G1.1/2L) \\ &= +2,82 - (1,95\%.1/2. 18) \\ &= +2,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EL PTV} &= \text{EL PPV} - (G2.1/2L) \\ &= +2,82 - (0,06\%.1/2.18) \\ &= +2,81 \end{aligned}$$

- Menghitung y' Lengkung Vertikal
- **STA 0 + 768,9 (STA PPV)**

$$y' = \frac{AX^2}{200L} = \frac{A(1/2 L)^2}{200L} = \frac{A \cdot 1/4 L^2}{200L} = \frac{AL}{800}$$

EL = EL PPV + y' = +2,82 - 0,045 = +2,775

- **STA 0+765,9**

$$y' = \frac{AX^2}{200L} = \frac{2,01 \cdot (765,9 - 759,9)^2}{200 \times 10} = 0,0089 \text{ m}$$

= +2,82 + 1,95%(765,9 - 759,9) = +2,89

- **STA 0+772,9**

$$y' = \frac{AX^2}{200L} = \frac{2,01(777,9 - 772,9)^2}{200 \times 10} = 0,0089 \text{ m}$$

= +2,82 - 0,06% · 4 + 0,0089 = +2,8

5.3. **Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur** Perhitungan tebal perkerasan meliputi 2 (dua)

perencanaan yaitu untuk jalan dengan 2 lajur arah (long A) dan 4 lajur 2 arah (long B, C, D) dengan perhitungan sebagai berikut :

Tebal Perkerasan Long B, C ,D

Direncanakan : Tebal perkerasan untuk jalan 2 lajur 2 arah , data lalu lintas tahun 2016 dan umur rencana 20 tahun. Jalan dibuka tahun 2019 (I selama pelaksanaan 5%).

FR	= 1.0
CBR tanah	= 51,13 %
Perkembangan lalu lintas(I) 20 tahun	= 6%
Bahan perkerasan :	

1. Laston
2. Batu pecah
3. Sirtu

Data:

1. Kendaraan ringan 2 ton = 250 kendaraan/hari
2. Truk 42 ton = 2100 kendaraan/hari



Gambar 5.1 Truk tangki minyak

Sumber : owner proyek (PT. Natpac Graha Arthamas)

SPESIFIKASI KENDARAAN

Nama Produk : SINOTRUK, WD615.69
Power Horse : 336 HP
Volume Tangki : 30 m³
Aplikasi : Transportasi bahan bakar
Spesifikasi :

- Tipe drive : Manual, tangan kiri drive
- Roda drive : 8 * 4

- Ban : 11.00R20, 12 + 1pieces
- Sistem control : Sistem elektrik hidrolik
- Nomor AXIS : 4 buah
- Taksi penumpang : 3 penumpang
- Knalpot : 9726 CC
- Kecepatan maks : 90km/h
- Kecepatan bongkar muat : 1,1-1,3 t/menit
- Berat kosong : 32 ton
- Beban fakta : 42 ton
- Wadah bahan : Baja karbon
- Warrenty : 1 tahun
- Sertifikasi : CCC, ISO

Aplikasi: Sangat cocok untuk transportasi bahan bakar atau minyak. Truk Tangki Minyak Potot / Truk Tangki Bahan Bakar 25-30 m³ Truk Tangki Minyak dengan kualitas tinggi dan harga terbaik.

Penyelesaian :

– Menghitung LHR

$$LHR = (1 + i)^{UR} \times \text{jumlah kendaraan Awal umur rencana}$$

$$I = 5\%$$

$$UR = 3 \text{ tahun}$$

$$\text{Kendaraan 2 ton} = (1 + 0.05)^3 \times 250 = 289,4 \text{ Truk 42 ton} = (1 + 0.05)^3 \times 2100 = 2431,01$$

Akhir umur rencana

$$I = 6\%$$

$$UR = 20 \text{ tahun}$$

$$\text{Kendaraan 2 ton} = (1 + 0.06)^3 \times 289,4 = 928,2 \text{ Truk 42 ton} = (1 + 0.06)^3 \times 2431,01 = 7796,6$$

Angka Ekuivalen (E)

Sumbu Tunggal

$$E = (W_{16}) \times 0,0002$$

Sumbu Ganda

$$E = (W_{16}) \times 0,0006$$

- Kendaraan ringan 2 ton
Berat total maksimum = 2 ton

$$E = \left(\frac{1}{8,16} \right) = 0,0002$$

$$E_{\text{total}} = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

- Truk 4 as 42 ton
Pembagian Sumbu :

$$P = 100 \times 42 \div 7,56 = 5555,56 \text{ (ganda)}$$

$$P = 100 \times 42 \div 11,76 = 3571,43 \text{ (ganda)}$$

$$P = 100 \times 42 \div 22,68 = 1851,85 \text{ (ganda)}$$



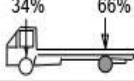
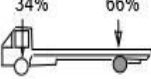
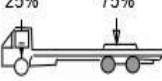
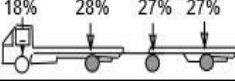
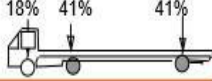
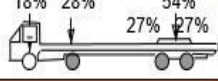
Angka Ekuivalen

$$E = \left(\frac{7,56}{8,16} \right) = 0,7368$$

$$E = \left(\frac{11,76}{8,16} \right) \times 0,0006 = 0,3710$$

$$E = \left(\frac{22,68}{8,16} \right) \times 0,0006 = 0,1323$$

$$E_{\text{total}} = 0,7368 + 0,3710 + 5,1323 = 6,2401$$

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,5	6	8,5	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Koefisien Distribusi Kendaraan (C)
 $C = 0,5$ (2 lajur 2 arah)

Gambar 5.2 Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Bankelman beam No. 01/MN/BM/83

Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

C = 0. 5 (2 lajur 2 arah)

– Menghitung LEP

$$LEP = \sum_{i=1}^n LHR \times C \times E^i$$

Kendaraan 2 ton = $0,5 \times 0.0004 \times 289,4 = 0,07$

Truk 42 ton $= 0,5 \times 6,2401 \times 2431,01 = 7584,80$

LEP total = 7584,86

– Menghitung LEA

$$LEA = \sum_{i=1}^n LHR(1 + i)^{UR} \times C \times E$$

Kendaraan 2 ton = $0,5 \times 0.0004 \times 928,2 = 0,21$

Truk 42 ton $= 0,5 \times 6,2401 \times 7796,6 = 24325,47$

LEP total = 24325,68

– Menghitung LET

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA)$$

LET = $\frac{1}{2} \times (7584,86 + 24325,68) = 15955,3$

– Menghitung LER

$$LER = LET \times \frac{UR}{10}$$

LER = $15955,3 \times \frac{20}{10} = 31910,5$

– **Mencari ITP**

CBR = 51,13 %

DDT = 9,2 (GRAFIK)

IP = 1.5 (TABEL)

(Ipo = 3.9)

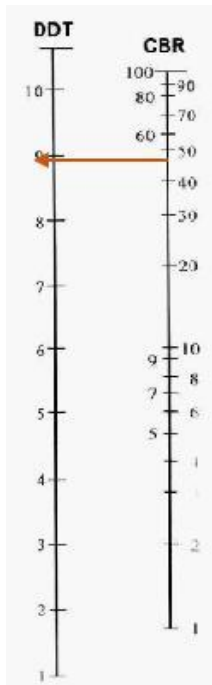
ITP = 12,29

Tabel 5.5 Indeks Permukaan Akhir Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER (Lintas Ekuivalen Rencana)	Klasifikasi Jalan		
	Lokal	Kolektor	Arteri
<10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0
10-100	1,5	1,5-2,0	2
100-1000	1,5-2,0	2	2,0-2,5

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, (2002)

Data CBR = 51,13 % ditarik garis ke kanan akan mendapatkan nilai DDT = 9,2 , yang dapat dilihat pada hasil di bawah ini



Grafik 5.1 Korelasi DDT dan CBR

Nilai DDT = 9,2 .Karena nilai LER > 10000 maka nilai ITP di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{C_1 + C_2 + C_3} \times \frac{C_4 + C_5}{C_4 + C_5}$$

Nilai ITP :

Log(LER) = 9,3Log(ITP + 2,54) – 3,9892

$$+ \frac{\frac{\text{IPo} - \text{IPt}}{\text{Log} \left(\frac{32 - 13}{10000} \right)} - \text{Log} \frac{1}{10}}{\frac{0,4 + (ITP + 2,54)^{5,19}}{10000}} + 0,27(0,007 - 3)$$

$$\text{Log}(31910,5) = 9,3\text{Log}(ITP + 2,54) - 3,9892$$

$$\frac{3,9 - 1,5}{\frac{\text{Log} \left(\frac{32 - 13}{10000} \right)}{\frac{0,4 + (ITP + 2,54)^{5,19}}{10000}} - \text{Log} \frac{1}{10}} + 0,27(0,007 - 3)$$

$$4,504 = 9,3\text{Log}(ITP + 2,54) - 3,9892$$

$$+ \frac{-0,051}{\frac{10000}{(ITP + 2,54)^{5,19}}} - 0 + 2,3002$$

$$10,7934 = 9,3\text{Log}(ITP + 2,54) + \frac{-0,051}{\frac{10000}{(ITP + 2,54)^{5,19}}}$$

$$= ,$$

- Menetapkan Tebal Perkerasan
- Koefisien Kekuatan Relatif (TABEL)
- | | |
|------------------------|-----------|
| 1 Laston | a1 = 0.35 |
| 2 Batu pecah (kelas A) | a2 = 0.14 |
| 3 Sirtu (kelas A) | a3 = 0.13 |

Tebal Minimum

Laston MS 590 Batu = 10 cm

pecah (kelas A) = 25 cm

Sirtu (kelas A) = 10 cm

$$ITP = a_1d_1 + a_2d_2 + a_3d_3$$

$$12,29 = (0,25 \times 10) + (0,14 \times 25) + (0,13 \times d_3)$$

$$12,29 = 2,5 + 3,5 + (0,13 \times d_3)$$

$$5,29 = 0,13d_3$$

$$40,69 = d_3 (d_3 = 39,99)$$

$$ITP = a_1d_1 + a_2d_2 + a_3d_3$$

$$12,29 = (0,25 \times 10) + (0,14 \times 25) + (0,13 \times d_3)$$

$$12,29 = (0,25 \times 10) + 3,5 + 0,13d_3$$

$$5,99 = 0,13d_3$$

$$46,08 = d_3 (d_3 = 46,08)$$

Jadi tebal lapis perkerasan :

1. Laston = 10 cm

2. Batu pecah (kelas A) = 25 cm

3. Sirtu (kelas A) = 41 cm

Tebal Perkerasan Long A

Direncanakan : Tebal perkerasan untuk jalan 4 lajur 2 arah , data lalu lintas tahun 2016 dan umur rencana 20 tahun. Jalan dibuka tahun 2019 (I selama pelaksanaan 5%).

$$FR = 1.0$$

CBR tanah = 51,13%

Data:

1. Kendaraan ringan 2 ton = 250 kendaraan/hari

2. Truk 4 as 42 ton = 2100 kendaraan/hari

Perkembangan lalu lintas(I) 20 tahun = 6%

Bahan perkerasan :

- 1. Laston
- 2. Batu pecah
- 3. Sirtu

Penyelesaian :

– Menghitung LHR

$LHR = (1 + i)^{UR} \times \text{jumlah kendaraan Awal umur renncana}$

I = 5%

UR = 3 tahun

Kendaraan 2 ton=(1 + 0.05)³ × 250 = 289,4

Truk 42 ton -(1 + 0.05)³ × 2100 = 2431,01

Akhir umur renncana

I = 6%

UR = 20 tahun

Kendaraan 2 ton =(1 + 0.06)³ × 289,4 = 928,2 Truk 42 ton =(1 + 0.06)³ × 2431,01 = 7796,6

Angka Ekivalen (E)

Sumbu Tunggal

$E = (R, 16)$

Sumbu Ganda

$E = (R, 16) \times 0.866$

- Kendaraan ringan 2 ton
- Berat total maksimum = 2 ton

$$\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}}$$

$E = (\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}}) = 0,0002$

$$E_{\text{total}} = 0,0002 + 0,0002 = 0.0004$$

- Truk 4 as 42 ton
Pembagian Sumbu :

$$P = 100 \times 42 \div 7,58 = 5560,29$$

$$P = 100 \times 42 \div 11,76 (\text{ganda})$$

$$P = 100 \times 42 \div 22,60 (\text{ganda})$$

Angka Ekuivalen

$$E = (W/L_0)^4 = 0,7368$$

$$E = ((L/L_0) \times 6080) \div 0,3710$$

$$E = ((L/L_0) \times 6080) \div 25,68^4$$

$$E = ((L/L_0) \times 6080) \div 5,1321$$

$$E_{\text{total}} = 0,7368 + 0,3710 + 5,1321 = 6,2401$$

Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

C = 0.45 (2 lajur 2 arah)

– Menghitung LEP

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR \times C \times E^j$$

$$\text{Kendaraan 2 ton} = 0,45 \times 0,0004 \times 289,4 = 0,059$$

Truk 42 ton

$$= 0,45 \times 6,2401 \times 2431,01 = 6826,32$$

LEP total = 6826,38

– **Menghitung LEA**

$$LEA = \sum LHR(1 + i)^{UR} \times C \times E$$

Kendaraan 2 ton = $0,45 \times 0,0004 \times 928,2 = 0,188$ Truk 42 ton = $0,45 \times 1,3195 \times 7796,6 = 21892,92$

LEP total = 21893,11

– **Menghitung LET**

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA)$$
$$LET = \frac{1}{2} \times (6826,38 + 21893,11) = 14359,74$$

– **Menghitung LER**

$$LER = LET \times \frac{UR}{10}$$
$$LER = 14359,74 \times \frac{20}{10} = 28719,48$$

– **Mencari ITP**

CBR	=	51,13	%
DDT	=	9,2	(GRAFIK)
IP	=	1.5	(TABEL)
			(Ipo = 3.9)
ITP	=	12,12	

Nilai DDT = 9,2 .Karena nilai LER > 10000 maka nilai ITP di hitung dengan rumus sebagai berikut :

[illegible]

Nilai ITP :

$\text{Log(LER)} = 9,3\text{Log(ITP} + 2,54) - 3,9892$

$$+ \frac{\text{Log}\left(\frac{\text{IPo}-\text{IPt}}{3,9-1,5}\right)}{\frac{0,4 + (ITP+2,54)^{5,19}}{138072}} - \text{Log} \frac{1}{1 + 0,371(5,2 - 3)}$$

$\text{Log}(28719,49) = 9,3\text{Log(ITP} + 2,54) - 3,9892$

$$+ \frac{\frac{3,9-1,5}{\text{Log}\left(\frac{\text{IPo}-\text{IPt}}{3,9-1,5}\right)}}{\frac{0,4 + (ITP + 2,54)^{5,19}}{138072}} - \text{Log} \frac{1}{1 + 0,371(5,2 - 3)}$$

4,458 = 9,3Log(ITP + 2,54) - 3,9892

$$+ \frac{-0,051}{\frac{0,4 + (ITP + 2,54)^{5,19}}{138072}} - 0 + 2,3002$$

$$10,7474 = 9,3\text{Log(ITP} + 2,54) + \frac{-0,051}{\frac{0,4 + (ITP + 2,54)^{5,19}}{138072}}$$

= ,

– Menetapkan Tebal Perkerasan

Koefisien Kekuatan Relatif (TABEL)

1	Laston	a1	=	0.35
2	Batu pecah (kelas A)	a2	=	0.14
3	Sirtu (kelas A)	a3	=	0.13

Tebal Minimum
Laston MS 590 = 10 cm

Batu pecah (kelas A) = 20 cm
 Sirtu (kelas A) = 10 cm

$$ITP = a_1d_1 + a_2d_2 + a_3d_3$$

$$12,12 = (0,35 \times 10) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times d_3)$$

$$12,12 = 3,5 + 2,8 + (0,12 \times d_3)$$

$$5,82 = 0,12d_3$$

$$44,77 = d_3 \text{ (d}_3 = 45 \text{ cm)}$$

$$ITP = a_1d_1 + a_2d_2 + a_3d_3$$

$$12,12 = (0,35 \times d_1) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times 45)$$

$$12,12 = (0,35 \times d_1) + 3,5 + 5,46$$

$$3,47 = 0,35d_1$$

$$9,91 = d_1 \text{ (d}_1 = 10 \text{ cm)}$$

Jadi tebal lapis perkerasan :

- | | | | |
|---|----------------------|---|-------|
| 1 | Laston | = | 10 cm |
| 2 | Batu pecah (kelas A) | = | 20 cm |
| 3 | Sirtu (kelas A) | = | 45 cm |

5.4 Perencanaan Saluran Tepi

5.4.1 Analisa Hidrologi

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data ini diperoleh dari buku UPT Pengairan Kabupaten Lamongan. Stasiun hujan yang berpengaruh pada daerah tangkapan hujan (catchment area) yaitu Stasiun Brondong. Data tersedia selama 36 (tiga puluh enam) tahun mulain tahun 1979 sampai dengan 2014:

Tabel 5.6 Data curah hujan Stasiun Brondong

NO	TAHUN	R	DEVIASI	$(X_i - \bar{X})^2$
		(mm/hari)	$(X_i - \bar{X})$	
1	1979	41	58.639	3438.519
2	1980	88	11.639	135.464
3	1981	59	40.639	1651.519
4	1982	133	-33.361	1112.964
5	1983	86	13.639	186.019
6	1984	130	-30.361	921.797
7	1985	62	37.639	1416.686
8	1986	98	1.639	2.686
9	1987	110	-10.361	107.353
10	1988	150	-50.361	2536.242
11	1989	104	-4.361	19.019
12	1990	121	-21.361	456.297
13	1991	105	-5.361	28.742
14	1992	57	42.639	1818.075
15	1993	96	3.639	13.242
16	1994	124	-24.361	593.464
17	1995	102	-2.361	5.575
18	1996	113	-13.361	178.519
19	1997	82	17.639	311.130
20	1998	73	26.639	709.630
21	1999	75	24.639	607.075
22	2000	72	27.639	763.908
23	2001	76	23.639	558.797
24	2002	85	14.639	214.297

25	2003	71	28.639	820.186
26	2004	69	30.639	938.742
27	2005	70	29.639	878.464
28	2006	120	-20.361	414.575
29	2007	75	24.639	607.075
30	2008	100	-0.361	0.130
31	2009	80	19.639	385.686
32	2010	210	-110.361	12179.575
33	2011	125	-25.361	643.186
34	2012	187	-87.361	7631.964
35	2013	145	-45.361	2057.630
36	2014	93	6.639	44.075
JUMLAH		3587		44388.306

Menghitung intensitas curah hujan pada periode ulang 5 tahun.

Tabel 5.7 Yt

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994*

Tabel 5.8 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Tabel 5.9 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	1,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	0,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

Sumber: Tata Cara Perencanaan
Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-
1994

Dari tabel di atas, didapat nilai Yt, Yn, dan Sn sebagai berikut :

$$Y_t = 1,4999$$

$$Y_n = 0,5410$$

$$S_n = 0,1313$$

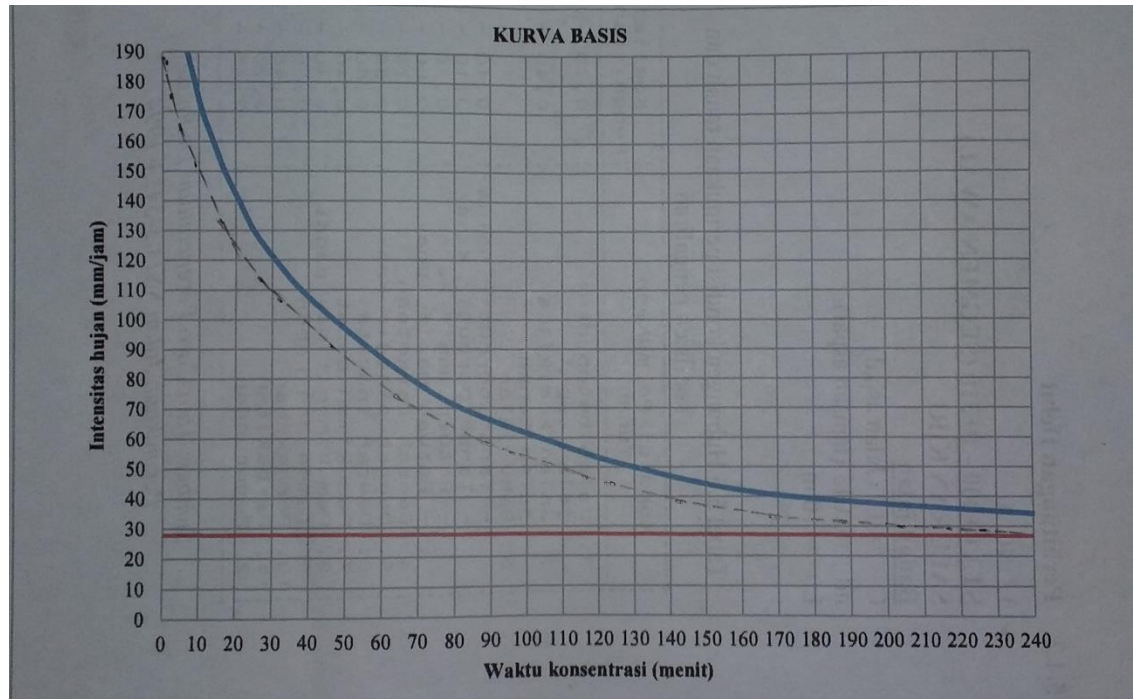
$$= -\text{LNLN}\left(\frac{T}{T-1}\right) = -\text{LNLN}\left(\frac{5}{5-1}\right) = 1.5$$

$$= \frac{\Sigma}{36} = \frac{3587}{36} = 99,639$$

$$= \frac{44388.306}{35,114} - \left(\frac{129,477}{35,114} \right)$$

$\div 99,639 = 1,1285 \text{ (} 1,5 - 0,500 \text{)}$
 $= 129,477$

$$= 90\% \times X_t = \frac{90\% \times 129,477}{4} = 29,142 \text{ mm}_{jam}$$
$$= 189 \text{ mm}_{jam}$$



5.4.2 ➤ Perhitungan Debit

LONG A

STA 0+000 – 0+310 (SEGMENT AWAL)

SALURAN KIRI

Badan jalan

C = 0,7 (Jalan aspal)

nd = 0,013 (lapisan aspal)

L0 = 10 m

s = 2%

Tabel 5.10 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)*
1. Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2. Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 – 0,70
3. Bahu jalan :	
- Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
- Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
- Batuan masif keras	0,70 – 0,85
- Batuan masif lunak	0,60 – 0,75
4. Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5. Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
6. Daerah industri	0,60 – 0,90
7. Pemukiman padat	0,40 – 0,60
8. Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9. Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10. Persawahan	0,45 – 0,60
11. Perbukitan	0,70 – 0,80
12. Pegunungan	0,75 – 0,90

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Tabel 5.11 Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	nd
1. Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2. Permukaan licin dan kedap air	0,020
3. Permukaan licin dan kokoh	0,10
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
5. Padang rumput dan rerumputan	0,40
6. Hutan gundul	0,60
7. Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,80

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

$$1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,4 \right)$$

$$= \frac{(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 10^{-0,02})}{1,061}$$

$$2 = 0$$

$$T_c = t_1 = 1,061$$

$$= 189 \frac{\text{mm}}{10 \times 300}$$

$$= 1000000 \times 0,0030$$

$$= \frac{1}{3,6} \times \quad \times \times$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,7 \times 189 \times 0,0030$$

Persawahan

$$C = 0,45$$

$$nd = 0,4 \text{ (rerumputan)}$$

$$L0 = 11 \text{ m}$$

$$s = 2\%$$

$$1 = \left(\frac{2}{3} \right) \times 3,28 \times 0,167$$

$$= 0,357$$

$$2 = 0$$

$$Tc = t1 = 2,011$$

$$= 189 \text{ mm/jam}$$

$$= \frac{3185}{100000} = 0,0032$$

$$= \frac{1}{3,6} \times \frac{1}{3,6} \times 0,45 \times 189 \times 0,0032$$

$$Q_{\text{total}} = 0,0752 + 0,1103 = 0,1855 \text{ m}^3/\text{dt}$$

STA 0+301 – 0+600 (SEGMENT 2)

Badan jalan

C = 0,7 (Jalan aspal)

nd =0,013 (lapisan aspal)

L0 = 10 m

s = 2%

$$1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0 \sqrt{} \right)$$

= (1/3 * 3,28 x 10⁰ √0,02)

= 1,041

0,107

0,010

Tabel 5.12 Kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
Pasir halus	
Lempung kepasiran	0,45
Lanau alluvial	0,50
Kerikil halus	0,60
lempung kokoh	0,75
Lempung padat	0,75
Kerikil kasar	1,10
Batu – batu besar	1,20
Pasangan batu	1,8
Beton	1,8
Beton bertulang	3
	3

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v} = \frac{300}{60 \times 3} = 1,667$$

$$t_c = t_1 + t_2 = \frac{10 \times 300}{1000000 \times 0,003} + 1,667 = 2,727 = 189 \text{ mm/jam}$$

$$= \frac{1}{3,6} \times \times \times$$

$$= \frac{1}{3,6} \times \frac{1}{3,6} \times 0,7 \times 180 \times 0,0030$$

$$= \frac{1}{12,96} \times 0,7 \times 180 \times 0,0030$$

Persawahan

$$C = 0,45$$

$$nd = 0,4 \text{ (rerumputan)}$$

$$L_0 = 16 \text{ m}$$

$$s = 2\%$$

$$1 = \left(\frac{C}{nd} \right)^2 \times 3,28 \times 0,167$$

$$= \left(\frac{0,45}{0,4} \right)^2 \times 3,28 \times 0,167$$

$$= 2,154$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v} = \frac{300}{60 \times 3} = 1,722$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 2,514 + 1,722 = 3,809$$

140

$$= 189 \frac{\text{mm}}{\text{jam}}$$

$$= \frac{1000000}{4590} \times 0,0046$$

$$= \frac{1}{3,6} \times \times \times$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,45 \times 180 \times 0,0046$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,45 \times 180 \times 0,0046$$

$$Q \text{ total} = 0,1103 + 0,1084 + 0,1855 = 0,4042 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Rekapitulasi Perhitungan Debit

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Debit

SECTION A									
NO	STA	SALURAN KIRI							
		Kiri							
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
1	0+000 - 0+300	Persawahan	0.45	0.40	11	2.011	189	0.0032	0.0752
2	0+301 - 0+600	Persawahan	0.45	0.40	16	3.809	189	0.0046	0.1084
3	0+601 - 0+900								
4	0+901 - 1+250								

NO	STA	SALURAN KIRI								Q TOT
		Kanan								
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	l	A (km ²)	Q (m ³ /dt)	
1	0+000 - 0+300	Badan jalan	0.7	0.013	10	1.124	189	0.0030	0.1103	0.1855
2	0+301 - 0+600	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.790	189	0.0030	0.1103	0.4042
3	0+601 - 0+900	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.790	189	0.0038	0.1378	0.1378
4	0+901 - 1+250	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.790	189	0.0039	0.1415	0.2793

NO	STA	SALURAN KANAN							
		Kanan							
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
1	0+000 - 0+300	Badan jalan	0.7	0.013	10	1.124	189	0.0030	0.1103
2	0+301 - 0+600	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.790	189	0.0030	0.1103
3	0+601 - 0+900	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.790	189	0.0038	0.1378
4	0+901 - 1+250	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.790	189	0.0034	0.1231

NO	STA	SALURAN KANAN								Q TOT
		Kiri								
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)	
1	0+000 - 0+300	Persawahan	0.45	0.4	31.1	2.407	18 9	0.0093	0.2204	0.3307
2	0+301 - 0+600	Persawahan	0.45	0.4	15	3.798	18 9	0.0045	0.1063	0.5472
3	0+601 - 0+900	Persawahan	0.45	0.4	15.81	3.816	18 9	0.0047	0.1120	0.2498
4	0+901 - 1+250	Persawahan	0.45	0.4	61.38	4.363	18 9	0.0215	0.5076	0.8805



Sumber: Hasil Perhitungan

SECTION B									
NO	STA	SALURAN KIRI							
		Kiri							
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
1	0+000 - 0+250	Pemk. tdk padat	0.4	0.02	146.43	1.89	189	0.03661	0.7688
2	0+251 - 0+500	Pemk. tdk padat	0.4	0.02	146.43	3.279	189	0.0267	1.3295
3	0+501 - 0+732	Tangki	0.6	0.2	118.97	4.071	189	0.02761	0.8697
4	0+200 - 0+500								

NO	STA	SALURAN KANAN							
		Kiri							
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
1	0+000 - 0+250	Badan jalan	0.7	0.013	10	1.124	189	0.0025	0.1043
2	0+251 - 0+500	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.513	189	0.0025	1.1352
3	0+501 - 0+732	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.513	189	0.0025	0.0919
4	0+200 - 0+500	Tangki	0.6	0.2	65,29	3,537	189	0.0196	0.6170

Sumber: Hasil Perhitungan

SECTION C

NO	STA	SALURAN JALAN							
		Kiri							
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	l	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
1	0+000 - 0+200	Badan jalan	0.7	0.013	10	1.124	189	0.002	0.05
2	0+201 - 0+400	Badan jalan	0.7	0.013	10	2.235	189	0.002	0.0945

STA	SALURAN LAHAN							
	Kiri							
	Permukaan	C	nd	LO (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
0+000 - 0+200	Tangki	0.6	0.2	77,96	2,499	189	0.0156	0.4911
0+201 - 0+400	Tangki	0.6	0.2	52,2	3,448	189	0.0104	0.8199

Sumber: Hasil Perhitungan

SECTION D									
NO	STA	SALURAN JALAN							
		Kanan							
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
1	0+000 - 0+200	Badan jalan	0.7	0.01 3	10	1.124	189	0.002	0.0735
2	0+201 - 0+350	Badan jalan	0.7	0.01 3	10	2.235	189	0.0015	0.1286

NO	STA	SALURAN TANGKI							
		Kiri							
		Permukaan	C	nd	L0 (m)	t	I	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
1	0+000 - 0+200	Tangki	0.6	0.2	130,2	2.723	189	0.0260	0.8204
2	0+201 - 0+350	Tangki	0.6	0.2	46,29	3.402	189	0.0069	1.0391

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.3 Perhitungan Dimensi

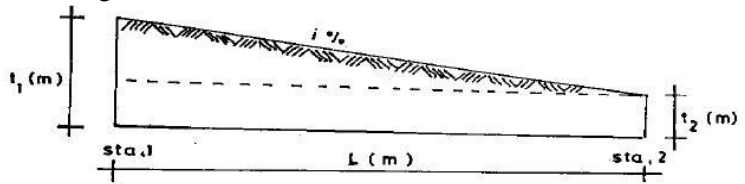


LONG A

STA 0+000 s/d 0+310

$= 1 \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2}$

Kemiringan tanah



$$t_1 = 5,334 \text{ m}$$

$$t_2 = 2,638 \text{ m}$$

$$L = 300 \text{ m}$$

$$= (5,334 - 2,638) = 0,0089 \text{ } 300$$

Data Pasang Surut

Berdasarkan data yang di dapat, elevasi muka air pasang tertinggi dan muka air surut terendah di ukur dari LWS dalah sebagai berikut :

- HWL = $\pm 3,48 \text{ m}$
- MWL = $\pm 2,47 \text{ m}$
- LWS = $\pm 1,46 \text{ m}$

$n = 0,01$ (saluran beton halus dan rata kondisi baik)

$$= 0,1855 \text{ } 1/$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1 \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times \dots}{= \frac{1 \times (\dots)^{2/3} \times \frac{1}{2} \times 2 + \dots}{\end{aligned}$$

Berikut table rekapitulasi pehitungan kemiringan tanah :

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Kemiringan Tanah

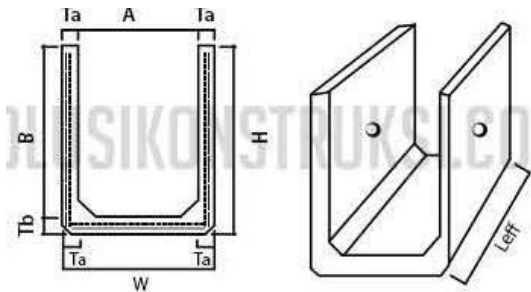
STA	JARAK (m)	t1 (m)	t2 (m)	KEMIRING AN /i
SECTION A				
0+000 - 0+300	300	5.334	2.638	0.00899
0+301 - 0+600	300	2.638	1.938	0.00233
0+601 - 0+900	300	2.343	1.938	0.00135
0+901 - 1+340	439	2.343	2.075	0.00077
SECTION B				
0+000 - 0+250	250	2.557	2.411	0.00058
0+251 - 0+500	250	2.411	2.265	0.00058
0+501 - 0+843	342	2.265	2.119	0.00063
SECTION C				
0+000 - 0+200	200	2.234	2.143	0.00046
0+201 - 0+392	191	2.143	2.061	0.00041
SECTION D				
0+000 - 0+200	200	2.407	2.247	0.00080
0+201 - 0+373	172	2.247	2.126	0.00081

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk menentukan ukuran saluran lihat table 5.14 berikut

Tabel 5.15 Dimensi U-ditch

NO	TIPE U DITCH	DIMENSI (mm)								BERAT (Kg)
		A	B	W	H	Ta	Tb	Tw	Leff	
1	U-Ditch 30x30x120	300	300	400	360	50	60	60	1200	177
2	U-ditch 30x40x120	296	400	400	460	52	60	60	1200	193
3	U-Ditch 30x50x120	300	500	400	560	50	60	60	1200	220
4	U-Ditch 40x40x120	400	400	500	475	50	75	65	1200	247
5	U-Ditch 40x50x120	394	500	510	575	58	75	70	1200	279
6	U-Ditch 40x60x120	400	600	510	675	55	75	70	1200	310
7	U-Ditch 50x50x120	500	500	635	575	68	75	90	1200	367
9	U-Ditch 50x70x120	495	700	635	775	70	75	90	1200	454
10	U-Ditch 60x60x120	598	600	740	680	76	80	90	1200	436
11	U-Ditch 60x70x120	594	700	740	780	73	80	90	1200	479
12	U-Ditch 60x80x120	600	800	740	880	70	70	90	1200	522
13	U-Ditch 80x80x120	794	800	940	900	73	100	85	1200	657
14	U-Ditch 80x100x120	800	1000	940	1100	70	100	85	1200	749
15	U-Ditch 100x100x120	993	1000	1180	1110	94	110	110	1200	1124
16	U-Ditch 100x120x120	1000	1200	1180	1310	90	110	110	1200	1259
17	U-Ditch 120x120x120	1194	1200	1400	1320	103	120	120	1200	1629



Gambar 5.3 Penampang U-ditch

Keterangan :

- A : Lebar jarak antar kaki
- B : Tinggi kaki U-ditch
- W : Lebar keseluruhan U-ditch
- H : Tinggi keseluruhan U-ditch
- Ta : Tebal kaki U-ditch
- Tb : Tebal alas U-ditch
- Tw : Tebal pangkal kaki U-ditch
- Leff : Panjang keseluruhan U-ditch

Direncanakan : $H = 0,7 \text{ m}$

$$= 1 \times \left(\frac{A}{2} \right)^{2/3} \times \frac{1}{2} \times 2 + \dots$$

Misal : $B = 0,5$

$$= \frac{0,1855 \times 0,01}{0,00917 \times 0,07} = 0,031$$

Cek B

$$\begin{aligned}
 & \frac{0,7 \times 0,5}{(2 \times 0,7) + 0,5} \times 0,7 \times 0,5 \\
 & = 0,113 \quad (0,031 < 0,113)
 \end{aligned}$$

Cek v

$$\begin{aligned}
 & \frac{2,741}{(2 \times 0,7) + 0,5} < 3 \\
 & = 2,741 \quad (0,6 < 2,741)
 \end{aligned}$$

OK

- **Penjelasan Arah Aliran Drainase**

- Volume saluran kanan & kiri Long A dari STA 0+000 s/d 0+616 dilimpahkan pada saluran kiri Long B yang langsung menuju kolam penampungan.
- Volume saluran kanan Long A dari STA 0+763 s/d 1+300 dialirkan langsung ke laut.
- Volume saluran kiri long A dari STA 0+763 s/d 1+106 di limpahkan pada saluran kanan Long C yang langsung menuju kolam penampungan.
- Volume saluran kiri Long A dari STA 1+106 s/d 1+334 dilimpahkan pada saluran kanan Long D yang langsung menuju kolam penampungan.
- Volime saluran kiri Long B dari STA 0+583 s/d 0+843 dialirkan langsung ke laut.

Rekapitulasi Perhitungan Dimensi

Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi

SECTION A										
NO	STA	SALURAN KIRI								
		Penampang	Q	n	H	B	i	X	Cek B	Cek V
			m ³ /dt		m	m			X < cek B	0.6<V<3
1	0+000 - 0+300	U-ditch	0.1855	0.01	0.7	0.5	0.00899	0.031	0.113	2.741
2	0+301 - 0+600	U-ditch	0.4042	0.01	0.7	0.5	0.00233	0.095	0.113	1.969
3	0+601 - 0+900	U-ditch	0.1378	0.01	0.7	0.5	0.00135	0.024	0.113	2.680
4	0+900 - 1+250	U-ditch	0.2793	0.01	0.8	0.6	0.00077	0.109	0.174	1.162

NO	STA	SALURAN KANAN								
		Penampang	Q	n	H	B	i	X	Cek B	Cek V
					m	m			X < cek B	0.6<V<3
1	0+000 - 0+300	U-ditch	0.3307	0.01	0.7	0.5	0.00899	0.056	0.113	2.741
2	0+301 - 0+600	U-ditch	0.5472	0.01	0.8	0.6	0.00233	0.112	0.174	2.205
3	0+601 - 0+900	U-ditch	0.2498	0.01	0.8	0.6	0.00135	0.043	0.113	2.679
4	0+900 - 1+250	U-ditch	0.8805	0.01	1	0.8	0.00077	0.275	0.347	1.391

Sumber: Hasil Perhitungan

[illegible]

NO	STA	SALURAN KIRI JALAN								
		Penamp ng	Q	n	H	B	i	X	Cek B	Cek V
			m ³ /dt		m	m			X < cek B	0.6<V<3
1	0+000 - 0+250	U-ditch	1.0434	0.01	1	0.8	0.00058	0.320	0.347	1.372
2	0+251 - 0+500	U-ditch	1.1352	0.01	1	0.8	0.00058	0.339	0.347	1.372
3	0+501 - 0+732	U-ditch	0.0919	0.01	0.7	0.5	0.00063	0.042	0.113	1.024
4	0+200 - 0+500	U-ditch	0.0617	0.01	1	0.8	0.00037	0.322	0.347	0.831

Sumber: Hasil Perhitungan

SECTION C

NO	STA	SALURAN TANGKI KIRI								
		Penam pang	Q	n	H	B	i	X	Cek B	Cek V
			m ³ /dt		m	m			X < cek B	0.6<V<3
1	0+000 - 0+200	U-ditch	0.05	0.01	0.7	0.5	0.00046	0.022	0.113	1.011
2	0+201 - 0+400	U-ditch	0.09	0.01	0.7	0.5	0.00041	0.043	0.113	1.008

NO	STA	SALURAN KANAN JALAN								
		Penampang	Q	n	H	B	i	X	Cek B	Cek V
			m ³ /dt		m	m			X < cek B	0.6<V<3
1	0+000 - 0+200	U-ditch	0.4911	0.01	1	0.8	0.00046	0.157	0.347	1.355
2	0+201 - 0+400	U-ditch	0.8199	0.01	1	0.8	0.00041	0.263	0.347	1.351

Sumber: Hasil Perhitungan

SECTION D

NO	STA	SALURAN TANGKI KIRI								
		Penampang	Q	n	H	B	i	X	Cek B	Cek V
			m^3/dt		m	m			$X < \text{cek B}$	$0.6 < V < 3$
1	0+000 - 0+200	U-ditch	0.0735	0.01	0.7	0.5	0.0008	0.034	0.113	1.011
2	0+201 - 0+350	U-ditch	0.1286	0.01	0.7	0.5	0.00081	0.059	0.113	1.008

NO	STA	SALURAN KANAN JALAN								
		Penampang	Q	n	H	B	i	X	Cek B	Cek V
			m ³ /dt		m	m			X < cek B	0.6<V<3
1	0+000 - 0+200	U-ditch	0.8204	0.01	1	0.8	0.0008	0.263	0.347	1.355
2	0+201 - 0+350	U-ditch	1.0391	0.01	1	0.8	0.00081	0.334	0.347	1.351

Sumber: Hasil Perhitungan

5.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Panjang jalan :

- Long A = 1,340 km = 1340 m
- Long B = 0,844 km = 844 m
- Long C = 0,393 km = 393 m
- Long D = 0,374 km = 374 m

5.5.1 Perhitungan Volume

A. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan yang dilakukan meliputi :

- a. Survey dan pengukuran
- b. Pemasangan patok staking out dan control point
- c. Pembersihan lahan
- d. Mobilisasi alat berat

Volume pekerjaan langsung di hitung 1 Ls dengan

B. Pekerjaan Tanah

1. Pekerjaan Galian Tanah 60 cm

– Long A

$$= \frac{1340 \times 32,5 \times 0,6}{2000} \text{ m}^3$$

– Long B

$$= \frac{843,64 \times 32,2 \times 0,6}{1000} \text{ m}^3$$

– Long C

$$= \frac{392,59 \times 31,3 \times 0,6}{7372,84} \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{Long D} \\
 & = \times \times = \frac{373,84 \times 32,9 \times 0,6}{7379,6^3}
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Timbunan Lime stone

$$\begin{aligned}
 & - \text{Long A} \\
 & = \times = \frac{3816,2 \times 33,5}{127842,7^3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{Long B} \\
 & = \times = \frac{308,1 \times 32,2}{9034,8^3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{Long C} \\
 & = \times = \frac{145,72 \times 31,3}{450,888^3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{Long D} \\
 & = \times = \frac{120,72 \times 32,9}{4267,788^3}
 \end{aligned}$$

C. Pekerjaan Drainase

1. Galian Drainase

Ukuran saluran yang dipakai antara lain

- : – U-ditch 50 x 70 x 120
- U-ditch 60 x 80 x 120 –
- U-ditch 80 x 100 x 120

U-ditch	Tinggi (m)	Lebar (m)
50 x 70 x 120	0,775	0,635
60 x 80 x 120	0,88	0,74
80 x 100 x 120	1,1	0,94

- Long A
 - U-ditch 50 x 70 x 120
 - = × × =
= 1500 × 0,635 × 0,775
= 780,19 ³
 - U-ditch 80 x 100 x 120
 - = × × =
= 350 × 1,10 × 0,94
= 361,9 ³
 - U-ditch 60 x 80 x 120
 - = × × =
= 350 × 0,74 × 0,88
= 227,92 ³

= 738,19 + 361,9 + 227,92

= 1328,01 ³

- Long B
 - U-ditch 50 x 70 x 120
 - = × × =
= (232 × 0,635 × 0,775)
= 114,173 ³
 - U-ditch 80 x 100 x 120
 - = × × =
= (500 × 0,94 × 1,1)
= 517 ³

= 631,173

3

- Long C
 - U-ditch 80 x 100 x 120
 - = × × =
= (400 × 0,94 × 1,1)
= 413,6 ³

$$= 413,6 \quad 3$$

– Long D

- U-ditch 80 x 100 x 120

$$= \frac{30 \times 0,94 \times 1,1}{361,9^3} = 361,9$$

2. Pemasangan Saluran U-ditch

- U-ditch 50 x 70 x 120

Long A = 1500 m Long

B = 232 m Total

volume = 1732 m'

- U-ditch 60 x 80 x 120

Long A = 350 m Total

volume = 350 m'

- U-ditch 80 x 100 x 120

Long A = 350 m Long

B = 500 m Long C =

400 m Long D = 350 m

Total volume = 1600 m'

3. Pemasangan Lubang Drainase

Lubang drainase dipasang dengan jarak 10 m

- Long A

Jarak = 10 x 2 = 200 buah

1300

- Long B

844

$\text{jumlah} = 10 \times 85 \text{ buah}$
- Long C

393

$\text{jumlah} = 10 \times 40 \text{ buah}$
- Long D

374

$\text{jumlah} = 10 \times 38 \text{ buah}$

4. Pemasangan Pipa Drainase
Pipa 6” dengan panjang 170 mm = 0,17 m

- Long A

$\text{jumlah} = 0,17 \times 1340 \times 2 = 455,6 \text{ m}$
- Long B

$\text{jumlah} = 0,17 \times 844 = 143,48 \text{ m}$
- Long C

$\text{jumlah} = 0,17 \times 393 = 66,81 \text{ m}$
- Long D

$\text{jumlah} = 0,17 \times 374 = 63,58 \text{ m}$

D. Pekerjaan Perkerasan
Tebal lapis perkerasan :

- Long A :
1. Laston

$= 10 \text{ cm}$

$$2. \text{ Batu pecah (kelas A)} = 25 \text{ cm}$$

$$3. \text{ Sirtu (kelas A)} = 41 \text{ cm}$$



Long B,C,D :

$$1. \text{ Laston} = 10 \text{ cm}$$

$$2. \text{ Batu pecah (kelas A)} = 20 \text{ cm}$$

$$3. \text{ Sirtu (kelas A)} = 45 \text{ cm}$$

1. Pekerjaan Urugan Sirtu

$$\begin{aligned} - \text{ Long A} \\ &= \times \times = \frac{1340 \times 20 \times 0.45}{1200} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Long B} \\ &= \times \times = \frac{844 \times 10 \times 0.41}{3600} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Long C} \\ &= \times \times = \frac{393 \times 10 \times 0.41}{1440} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Long D} \\ &= \times \times = \frac{374 \times 10 \times 0.41}{1533.4} \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Urugan Batu Pecah

$$\begin{aligned} - \text{ Long A} \\ &= \times \times = \frac{1340 \times 20 \times 0.2}{1200} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Long B} \\ &= \times \times = \frac{844 \times 10 \times 0.25}{2110} \end{aligned}$$

– Long C

$$\begin{aligned} &= \times \times = \\ &= \frac{393 \times 10 \times 0,25}{961,2} \end{aligned}$$

– Long D

$$\begin{aligned} &= \times \times = \\ &= \frac{374 \times 10 \times 0,25}{935} \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Laston

Pekerjaan laston dilakukan setiap ketebalan **5 cm**

– Long A

$$\begin{aligned} &= \times = \\ &= \frac{(1340 \times 20) \times 2}{53600} \end{aligned}$$

– Long B

$$\begin{aligned} &= \times = \\ &= \frac{(844 \times 10) \times 2}{16880} \end{aligned}$$

– Long C

$$\begin{aligned} &= \times = \\ &= \frac{(393 \times 10) \times 2}{7860} \end{aligned}$$

– Long D

$$\begin{aligned} &= \times = \\ &= \frac{(374 \times 10) \times 2}{7480} \end{aligned}$$

4. Pekerjaan Lapis ATB

– Long A

$$\begin{aligned} &= \times \times = \\ &= \frac{(1340 \times 20 \times 0,04) \times 2,3}{2465,6} / ^3 \end{aligned}$$

- Long B

$$= \times \times = \frac{(844 \times 10 \times 0,04) \times 2,3}{776,48} / ^3$$
- Long C

$$= \times \times = \frac{(393 \times 10 \times 0,04) \times 2,3}{361,56} / ^3$$
- Long D

$$= \times \times = \frac{(374 \times 10 \times 0,04) \times 2,3}{344,08} / ^3$$

E. Pekerjaan Finishing

Pekerjaan finishing meliputi :

1. Demobilisasi alat berat (Ls)
2. Pembersihan Akhir (Ls)
3. Pelengkap (Ls)

5.5.2 Harga Satuan Dasar

Tabel 5.17 Tabel Harga Satuan Dasar

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)
A	TENAGA		
1	Mandor	OH	130,000
2	Kepala tukang	OH	120,000
3	Tukang	OH	110,000
4	Tenaga kasar	OH	110,000
5	Pekerja	OH	90,000
6	Operator alat berat	OH	110,000
B	BAHAN		
1	Lime Stone	m3	99,000
2	U-ditch 50x70x120	m'	474,900
3	U-ditch 60x80x120	m'	535,700
4	U-ditch 80x100x120	m'	768,400
5	Pipa PVC 2" 4 Mt type C	Batan g	48,667
6	Ijuk	kg	14,800
7	Pipa plastik PVC 6" 6 m type C	Batan g	574,300
8	Sirtu	m3	205,000
9	Batu pecah	m3	256,000
10	Filler	liter	1,800
11	Tack coat	liter	15,250
12	Aspal curah	kg	15,000
13	Semen PC 50 kg	zak	72,700
14	Agregat halus	m3	275,000
15	Agregat kasar	m3	451,000

16	Aspal curah	kg	11,800
17	Minyak tanah	liter	12,500
18	Produksi ATB	ton	1,132,000
C	PERALATAN		
1	Sewa Dump Truk 5 ton	Jam	70,000
2	Sewa Excavator 6 m3	Jam	153,333
3	Sewa alat bantu 1 set @3 set	Jam	1,100
4	Sewa Crane	Jam	255,000
5	Sewa Flat Blad truk	Jam	210,000
6	Alat bantu	Ls	1,000
7	Sewa truk tangki min 5 jam	hari	527,000
8	Sewa Pneumatic Tire Roller min 5 jam	Jam	243,500
9	Sewa Motor Grader 125-140 pk min 5 jam	Jam	304,400
10	Sewa Vibrator Roller min 5 jam	Jam	149,400
11	Sewa Tandem Roller	Jam	292,200
12	Sewa Wheel Loader 1.7-2 m3 min 5 jam	Jam	633,100
13	Biaya menggilas	Jam	180,970
14	Sewa Asphalt Finisher min 3 jam	Jam	1,156,600
15	Sewa Asphalt Sprayer min 4 jam	Jam	30,400
16	Sewa Compressor min 5 jam	Jam	103,400

Sumber: Harga Satuan Pokok Kegiatan Lamongan 2017

5.5.3 Harga Satuan Pokok Kegiatan

Tabel 5.18 Harga Satuan Pokok Kegiatan

NO	URAIAN PEKERJAAN	KOEF	SATU-AN	HARGA (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN (Survey, pengukuran, pemasangan patok staking out dan control ponit)	1	Ls	25,000,000	25,000,000
				JUMLAH	25,000,000
NILAI HSPK					25,000,000
B	PEKERJAAN TANAH				
1	Pekerjaan galian tanah existing		m ³		
	Upah :				
	Mandor	0.0323	OH	130,000	4,199
	Pekerja	1	OH	90,000	90,000
				JUMLAH	94,199
	Sewa Peralatan :				
	Sewa Dump Truk 5 ton	0.067	Jam	70,000	4,690
	Sewa Excavator 6 m3	0.067	Jam	153,333	10,273
				JUMLAH	14,963
NILAI HSPK					109,162
2	Pekerjaan timbunan tanah		m3		
	Upah :				
	Mandor	0.08065	OH	130,000	10,485

	Kepala Tukang	0.04032	OH	120,000	4,839
	Tukang	0.40357	OH	110,000	44,394
	Pekerja	0.80770	OH	90,000	72,693
				JUMLAH	132,411
	Bahan :				
	Lime Stone	0.248	m3	99,000	24,552
				JUMLAH	24,552
	Sewa Peralatan :				
	Sewa alat bantu 1 set @3 set	8	m3	1,100	8,800
				JUMLAH	8,800
NILAI HSPK					165,763
C	PEKERJAAN DRAINASE		m3		
1	Galian drainase				
	Upah :				
	Mandor	0.0323	OH	130,000	4,199
	Pekerja	1	OH	90,000	90,000
				JUMLAH	94,199
	Sewa Peralatan :				
	Sewa alat bantu 1 set @3 set	1	Jam	1,100	1,100
				JUMLAH	1,100
NILAI HSPK					95,299
2	Pemasangan U-ditch 50x70		m'		
	Upah :				
	Mandor	0.03528	OH	130,000	4,587
	Tukang	0.35313	OH	110,000	38,845
	Pekerja	2.12021	OH	90,000	190,820
				JUMLAH	234,251

	Bahan :				
	U-ditch	1	m'	474,900	474,900
				JUMLAH	474,900
	Sewa Peralatan :				
	Crane	0.146	Jam	255,000	37,230
	Flat blad truk	0.058	Jam	210,000	12,180
	Alat bantu	1	Ls	1,000	1,000
				JUMLAH	50,410
NILAI HSPK					759,561
	Pemasangan U-ditch 60x80		m'		
	Upah :				
	Mandor	0.03528	OH	130,000	4,587
	Tukang	0.35313	OH	110,000	38,845
	Pekerja	2.12021	OH	90,000	190,820
				JUMLAH	234,251
	Bahan :				
	U-ditch	1	m'	535,700	535,700
				JUMLAH	535,700
	Sewa Peralatan :				
	Crane	0.146	Jam	255,000	37,230
	Flat blad truk	0.058	Jam	210,000	12,180
	Alat bantu	1	Ls	1,000	1,000
				JUMLAH	50,410
NILAI HSPK					820,361
	Pemasangan U-ditch 80x100		m'		
	Upah :				
	Mandor	0.03528	OH	130,000	4,587
	Tukang	0.35313	OH	110,000	38,845

	Pekerja	2.12021	OH	90,000	190,820
				JUMLAH	234,251
	Bahan :				
	U-ditch	1	m'	768,400	768,400
				JUMLAH	768,400
	Sewa Peralatan :				
	Crane	0.146	Jam	255,000	37,230
	Flat blad truk	0.058	Jam	210,000	12,180
	Alat bantu	1	Ls	1,000	1,000
				JUMLAH	50,410
NILAI HSPK					1,053,061
3	Pemasangan lubang drainase		buah		
	Upah :				
	Mandor	0.00252	OH	130,000	328
	Kepala Tukang	0.00302	OH	110,000	333
	Pekerja	0.03026	OH	90,000	2,724
				JUMLAH	3,385
	Bahan :				
	Pipa PVC 2" 4 Mt type C	0.125	Batang	48,667	6,083
	Ijuk	0.05	kg	14,800	740
				JUMLAH	6,823
NILAI HSPK					10,208
4	Pemasangan pipa drainase		m		
	Upah :				
	Mandor	0.00413	OH	130,000	537
	Kepala Tukang	0.01361	OH	120,000	1,633
	Tukang	0.13620	OH	110,000	14,983

	Pekerja	0.08177	OH	90,000	7,360
				JUMLAH	24,514
	Bahan :				
	Pipa plastik PVC 6" 6 m type C	0.3	48667	574,300	172,290
				JUMLAH	172,290
NILAI HSPK					196,804
D	PEKERJAAN PERKERASAN		m3		
1	Urugan sirtu				
	Upah :				
	Mandor	0.02117	OH	130,000	2,752
	Pekerja	0.25240	OH	90,000	22,717
				JUMLAH	25,469
	Bahan :				
	Sirtu	1.2	m3	205,000	246,000
				JUMLAH	246,000
	Sewa Peralatan :				
	Sewa truk tangki min 5 jam	0.012	hari	527,000	6,324
	Sewa Dump Truk 5 ton	0.088	Jam	70,000	6,160
	Sewa Excavator 6 m3	0.022	jam	153,333	3,373
	Sewa Pneumatic Tire Roller min 5 jam	0.004	Jam	243,500	974
	Sewa Motor Grader 125-140 pk min 5 jam	0.008	Jam	304,400	2,435
	Sewa Vibrator Roller min 5 jam	0.012	Jam	149,400	1,793
				JUMLAH	21,059
NILAI HSPK					292,528

2	Urugan batu pecah		m3		
	Upah :				
	Mandor	0.0086	OH	130,000	1,118
	Pekerja	0.06	OH	90,000	5,400
				JUMLAH	6,518
	Bahan :				
	Batu pecah	1.2586	m3	256,000	322,202
				JUMLAH	322,202
	Sewa Peralatan :				
	Sewa truk tangki min 5 jam	0.0141	hari	527,000	7,431
	Sewa Dump Truk 5 ton	0.5043	Jam	70,000	35,301
	Sewa Tandem Roller	0.0119	jam	292,200	3,477
	Sewa Wheel Loader 1.7-2 m3 min 5 jam	0.0085	Jam	633,100	5,381
	Sewa Motor Grader 125-140 pk min 5 jam	0.0094	Jam	304,400	2,861
				JUMLAH	54,452
NILAI HSPK					383,171
3	Pekerjaan Laston 5 cm		m²		
	Upah :				
	Mandor	0.0202	OH	130,000	2,626
	Tukang	0.0757	OH	110,000	8,327
	Pekerja	0.2027	OH	90,000	18,243
				JUMLAH	29,196
	Bahan :				
	Filler	21.56	liter	1,800	38,808
	Tack coat	3.85	liter	15,250	58,713

	Aspal curah	57.68	kg	11,800	680,624
	Semen PC 50 kg	0.189	zak	72,700	13,740
	Agregat halus	0.3127	m3	210,000	65,667
	Agregat kasar	0.3481	m3	250,000	87,025
				JUMLAH	944,577
	Sewa Peralatan:				
	Biaya menggilas	0.015	Jam	180,000	2,700
				JUMLAH	2,700
NILAI HSPK					976,473
4	Penghamparam ATB		Ton		
	Upah :				
	Mandor	0.0099	OH	130,000	1,287
	Pekerja	0.0796	OH	90,000	7,164
	Tenaga kasar	0.1194	OH	110,000	13,134
	Operator alat berat	0.0397	OH	110,000	4,367
				JUMLAH	25,952
	Bahan :				
	Aspal curah	4.4356	kg	11,800	52,340
	Minyak tanah	1.104	liter	12,500	13,800
	Produksi ATB	0.9857	ton	1,132,000	1,115,812
				JUMLAH	1,181,952
	Sewa Peralatan :				
	Sewa Asphalt Finisher min 3 jam	0.0493	Jam	1,156,600	57,020
	Sewa Pneumatic Tire Roller min 5 jam	0.0493	Jam	243,500	12,005
	Sewa Tandem Roller	0.0493	Jam	292,200	14,405

	Sewa Asphalt Sprayer min 4 jam	0.0296	Jam	30,400	900
	Sewa Compressor min 5 jam	0.0394	Jam	103,400	4,074
				JUMLAH	88,404
NILAI HSPK					1,296,309
E	PEKERJAAN FINISHING				
1	Demobilisasi Alat berat	1	Ls	1,000,000	1,000,000
				JUMLAH	1,000,000
NILAI HSPK					1,000,000
2	Pembersihan Akhir	1	Ls	6,000,000	6,000,000
				JUMLAH	6,000,000
NILAI HSPK					6,000,000
3	Pelengkap	1	Ls	10,000,000	10,000,000
				JUMLAH	10,000,000
NILAI HSPK					10,000,000

Sumber: Harga Satuan Pokok Kegiatan Lamongan 2017

5.5.4 Rekapitulasi Biaya

Tabel 5.19 Rekapitulasi Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN (Survey, pengukuran, pemasangan patok staking out dan control ponit)	1	Ls	25,000,000	25,000,000
SUB TOTAL					25,000,000
B	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian Tanah				
a	Section A	26934	m3	109,162	2,940,177,684.47
b	Section B	16299	m3	109,162	1,779,236,506.99
c	Section C	7373	m3	109,162	804,853,719.00
d	Section D	7379.6	m3	109,162	805,574,190.26
2	Pekerjaan timbunan tanah				
a	Section A	127842	m3	165,763	21,191,475,900.57
b	Section B	9920	m3	165,763	1,644,369,150.46
c	Section C	4561	m3	165,763	756,045,130.57
d	Section D	4268	m3	165,763	707,476,565.95
SUB TOTAL					30,629,208,848.27
C	PEKERJAAN DRAINASE				
1	Galian drainase				
a	Section A	1328.01	m3	95,299	126,558,024.99

b	Section B	631.17	m3	95,299	60,150,155.73
c	Section C	413.6	m3	95,299	39,415,666.40
d	Section D	361.9	m3	95,299	34,488,708.10
2	Pekerjaan Pemasangan U-ditch				-
a	U-ditch 50x70x120	1732	m'	759,561	1,315,560,142.66
b	U-ditch 60x100x120	350	m'	820,361	287,126,449.05
c	U-ditch 80x100x120	1600	m'	1,053,061	1,684,898,052.80
3	Pemasangan lubang drainase				-
a	Section A	268	buah	10,208	2,735,713.72
b	Section B	85	buah	10,208	867,670.40
c	Section C	40	buah	10,208	408,315.48
d	Section D	38	buah	10,208	387,899.71
4	Pemasangan pipa drainase				-
a	Section A	456	m	196,804	89,742,465.31
b	Section B	144	m	196,804	28,339,725.89
c	Section C	67	m	196,804	13,185,844.68
d	Section D	64	m	196,804	12,595,433.73
SUB TOTAL					4,050,476,662.48
D	PEKERJAAN PERKERASAN				
1	Urugan sirtu				
a	Section A	12060	m3	292,528	3,527,890,504.45
b	Section B	3460.4	m3	292,528	1,012,264,701.63
c	Section C	1611.3	m3	292,528	471,350,743.77
d	Section D	1533.4	m3	292,528	448,562,794.32

2	Urugan batu pecah				
a	Section A	5360	m3	383,171	2,053,797,578.40
b	Section B	2110	m3	383,171	808,491,210.90
c	Section C	982.5	m3	383,171	376,465,694.18
d	Section D	935	m3	383,171	358,265,062.65
3	Pekerjaan laston				
a	Section A	11063	m2	976,473	10,802,718,586.40
b	Section B	3933	m2	976,473	3,840,467,522.40
c	Section C	1660.6	m2	976,473	1,621,530,731.68
d	Section D	1704.3	m2	976,473	1,664,202,593.04
4	Penghamparam ATB				
a	Section A	2465	ton	1,296,309	3,195,400,871.55
b	Section B	776.5	ton	1,296,309	1,006,583,682.26
c	Section C	361.6	ton	1,296,309	468,745,215.07
d	Section D	344	ton	1,296,309	445,930,182.48
SUB TOTAL					32,102,667,675.17
E	PEKERJAAN FINISHING				
1	Demobilisasi Alat berat	1	Ls	1,000,000	1,000,000
2	Pembersihan Akhir	1	Ls	6,000,000	6,000,000
3	Pelengkap	1	Ls	10,000,000	10,000,000
SUB TOTAL					17,000,000
TOTAL					55,872,157,107.34
PPN 10%					5,587,215,710.73
JUMLAH					61,495,372,818

Sumber: Hasil Perhitungan

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan dalam perencanaan desain struktur perkerasan lentur jalan kawasan *integrated tank storage terminal and logistic service* (TERSUS), Sedayulawas, Brondong, Lamongan, Jawa Timur. diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan geometrik jalan ada beberapa trase jalan yang tidak memenuhi untuk direncanakan tikungan dikarenakan keterbatasan lahan yang sudah di bebaskan. Untuk itu penulis mengabaikan perihal pembebasan lahan dan merencanakan trase baru agar memenuhi peraturan perencanaan geometrik jalan. Beberapa tikungan yang telah diubah trasenya oleh penulis yaitu pada
 - Long A : STA 0 + 424,52 , STA 0 + 478,62 , STA 0 + 538,6 ,dan STA 0 + 588,25.
 - Long B : STA 0 + 130,7 dan STA 0 +217,188.
2. Perencanaan Jalan Kawasan *Integrated Tank Strorage Terminal and Logistic Service* UR 20 tahun dengan awal UR pada tahun 2019 sampai akhir UR pada tahun 2038 menggunakan perkerasan lentur.
 - Jalan 4 lajur 2 arah lapisan perkerasan berupa sirtu sebesar 45 cm , Batu Pecah 20 cm dan tebal Laston sebesar 10 cm.
 - Jalan 2 lajur 2 arah lapisan perkerasan berupa sirtu sebesar 41 cm , Batu Pecah 25 cm dan tebal Laston sebesar 10 cm .
3. Dari hasil perhitungan dimensi drainase jalan *Integrated Tank Strorage Terminal and Logistic Service* memiliki beberapa tipe dimensi sebagai berikut :

- U-ditch 50 x 70 x 120
 - Long A Sta 0+000 – 0+900 : saluran kiri
 - Long A Sta 0+000 – 0+300 : saluran kanan
 - Long A Sta 0+601 – 0+900 : saluran kanan
 - Long B Sta 0+500 – 0+732 : saluran kanan
 - U-ditch 80 x 100 x 120
 - Long A Sta 0+900 – 1+250 : saluran kiri
 - Long B Sta 0+000 – 0+500 : saluran kanan
 - Long C Sta 0+000 – 0+400 : saluran kanan
 - Long D Sta 0+000 – 0+350 : saluran kanan
 - U-ditch 60 x 80 x 120
 - Long A Sta 0+301 – 0+900 : saluran kanan
 - Long A Sta 0+901 – 0+900 : saluran kiri
4. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Jalan Kawasan *Integrated Tank Storage Terminal and Logistic Service* sebesar Rp 61,495,372,818 (Terbilang Enam Puluh Satu Milyar Empat Ratus Sembilan Puluh Lima Juta Tiga Ratus Tujuh Puluh Dua Ribu Delapan Ratus Delapan Belas Rupiah).

6.2. Saran

Adapun saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini agar menghasilkan perencanaan yang tepat antara lain :

1. Sebelum pengerjaan tugas akhir sebaiknya memeriksa kelengkapan data yang akan diolah untuk mempermudah pengerjaan.
2. Surve lokasi proyek diperlukan untuk mengetahui kondisi eksisting sebagai bahan pertimbangan yang akan berpengaruh pada hasil pengerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1994). *SNI 03-3424-1994 Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim (1997). *SNI No.038/TBM/1997 Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim (1987). *SNI No 378/KPTS/1987 Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim (2012). *Tata Cara Penyusunan Rencana Sistem Drainase Perkotaan*. Departemen Pekerjaan Umum. Ditjen Cipta Karya
- Madona, Aris. 2012. "Penampang Melintang dalam Ilmu UkurTanah".17-10-2016.
<http://itpcivilengineering.blogspot.co.id/2012/05/penampang-melintang-penampang-memanjang.html>
- Saodang, Hamirhan.2004.*Konstruksi Jalan Rara Buku 1*. Bandung:Nova
- Sukirman,Silvia.1999.*Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*.Bnadung : Nova
- .

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS 1



Penulis bernama lengkap Wening Hanifah. Lahir di Tulungagung pada tanggal 20 Oktober 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK RA Masyitoh Madiun, SDN 1 Kauman , SMP Negeri 1 Kauman, SMA Negeri 1 Kauman. Setelah lulus SMA pada tahun 2014, penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS

dan diterima di jurusan Teknik Sipil, terdaftar dengan NRP 10111400000133. Di jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa seminar yang pernah diadakan di kegiatan. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kepanitiaan di dalam kampus. Penulis pernah mengikuti kerja praktek di PT. Hutama Karya (Persero), pada proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi II Ruas Rembang – Pasuruan STA 13+900 - STA 20+500 .

Dalam kesempatan ini, Wening Hanifah mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen pembimbing Bapak Ir. Rachmad Basuki,MS yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini
5. Annisa Novitasari sebagai partner TA yang telah bekerjasama dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2015 dan Bangunan Transportasi 2015 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini. Teman-teman diluar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir.

BIODATA PENULIS 2



Penulis bernama lengkap Annisa Novitasari. Lahir di Tulungagung pada tanggal 09 November 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Darma Wanita 1, SDN 3 Tanggul Welahan, SMP Negeri 1 Bandung, SMK Negeri 3 Boyolangu. Setelah lulus SMK pada tahun 2015, penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS

dan diterima di jurusan Teknik Sipil, terdaftar dengan NRP 10111500000036. Di jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa seminar yang pernah diadakan di kegiatan. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kepanitiaan di dalam kampus. Penulis pernah mengikuti kerja praktek di PT. Waskita Karya (Persero), pada proyek pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I s/d II STA 0+000 - STA 15+066.

Dalam kesempatan ini, Annisa Novitasari mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen pembimbing Bapak Ir. Rachmad Basuki,MS yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini
5. Wening Hanifah sebagai partner TA yang telah bekerjasama dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2015 dan Bangunan Transportasi 2015 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman diluar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir.



LAMPIRAN GAMBAR TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN
KAWASAN *INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND LOGISTIC* (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR**

WENING HANIFAH
NRP. 10111400000133

ANNISA NOVITASARI
NRP.10111500000036

DOSEN PEMBIMBING
Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP.19641114 198903 1 004


JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

DAFTAR DETAIL ENGINEERING DESIGN

1. Kontur Tanah Lokasi Proyek	<i>OERR-6-9-PL-1</i>
2. Perencanaan Tikungan Long A, B, C, & D	<i>OERR-6-9-PB-1</i>
3. Perencanaan Tikungan Segmen 1	<i>OERR-6-9-PB-2</i>
4. Perencanaan Tikungan Segmen 2	<i>OERR-6-9-PB-3</i>
5. Perencanaan Tikungan Segmen 3	<i>OERR-6-9-PB-4</i>
6. Perencanaan Tikungan Segmen 4	<i>OERR-6-9-PB-5</i>
7. Perencanaan Tikungan segmen 5	<i>OERR-6-9-PB-6</i>
8. Grafik Rencana Long Section A	<i>OERR-6-9-LC-1</i>
9. Grafik Rencana Long Section B	<i>OERR-6-9-LC-2</i>
10. Grafik Rencana Long Section C & D	<i>OERR-6-9-LC-3</i>
11. Cross Section A STA 0 + 000 & 0 + 100	<i>OERR-6-9-CS-1</i>
12. Cross Section A STA 0 + 200 & 0 + 300	<i>OERR-6-9-CS-2</i>
13. Cross Section A STA 0 + 400 & 0 + 500	<i>OERR-6-9-CS-3</i>
14. Cross Section A STA 0 + 600 & 0 + 700	<i>OERR-6-9-CS-4</i>
15. Cross Section A STA 0 +800 & 0 +900	<i>OERR-6-9-CS-5</i>
16. Cross Section B STA 0 + 500	<i>OERR-6-9-CS-6</i>
17. Cross Section B STA 0 + 600	<i>OERR-6-9-CS-7</i>
18. Cross Section B STA 0 + 650	<i>OERR-6-9-CS-8</i>
19. Cross Section B STA 0 + 700	<i>OERR-6-9-CS-9</i>
20. Arah Aliran Drainase	<i>OERR-6-9-PD-1</i>
21. Detail Saluran Drainase	<i>OERR-6-9-DD-1</i>
22. Detail Lapis Perkerasan Lentur	<i>OERR-6-9-DP-1</i>


Laut Jawa

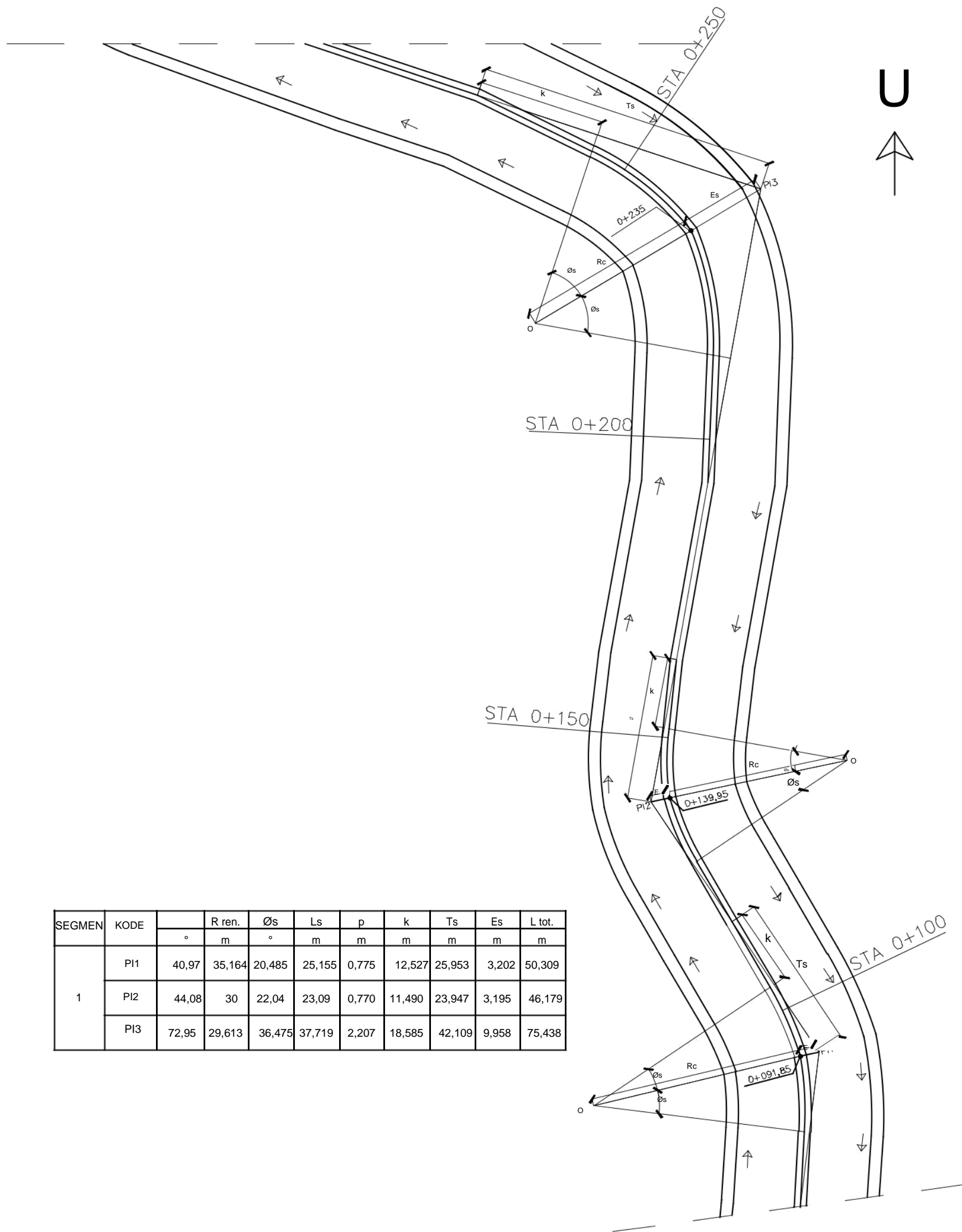


 <p>D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	DOSEN PEMBIMBING		JUDUL PROYEK AKHIR : STRUKTUR PERKERASAN LENTUR (<i>FLEXIBLE PAVEMENT</i>) JALAN KAWASAN <i>INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE</i> (TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR	SKALA : 1 : 4500	
	NAMA MAHASISWA 1	NAMA MAHASISWA 2	NAMA GAMBAR :	NO GAMBAR	TOTAL
	WENING HANIFAH 10111500000133	ANNISA NOVITASARI 10111500000036	KONTUR TANAH LOKASI PROYEK	1	22

Laut Jawa



 <p>D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	DOSEN PEMBIMBING		JUDUL PROYEK AKHIR : STRUKTUR PERKERASAN LENTUR (FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE (TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR		SKALA : 1 :4500	
	Ir. RACHMAD BASUKI, MS 19641114 198903 1 004		NAMA GAMBAR : PERENCANAAN TIKUNGAN LONG A, B, C & D		NO GAMBAR	TOTAL
	NAMA MAHASISWA 1	NAMA MAHASISWA 2			2	22
	WENING HANIFAH 10111500000133	ANNISA NOVITASARI 10111500000036				



SEGMENT	KODE		R. ren.	Δ_s	Ls	p	k	Ts	Es	L tot.
		°	m	°	m	m	m	m	m	m
1	PI1	40,97	35,164	20,485	25,155	0,775	12,527	25,953	3,202	50,309
	PI2	44,08	30	22,04	23,09	0,770	11,490	23,947	3,195	46,179
	PI3	72,95	29,613	36,475	37,719	2,207	18,585	42,109	9,958	75,438



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI, MS
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA 1

WENING HANIFAH
10111500000133

NAMA MAHASISWA 2

ANNISA NOVITASARI
10111500000036

JUDUL PROYEK AKHIR :

STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL
AND LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR :

PERENCANAAN TIKUNGAN SEGMENT 1
(PI1, PI2, & PI3)

SKALA :

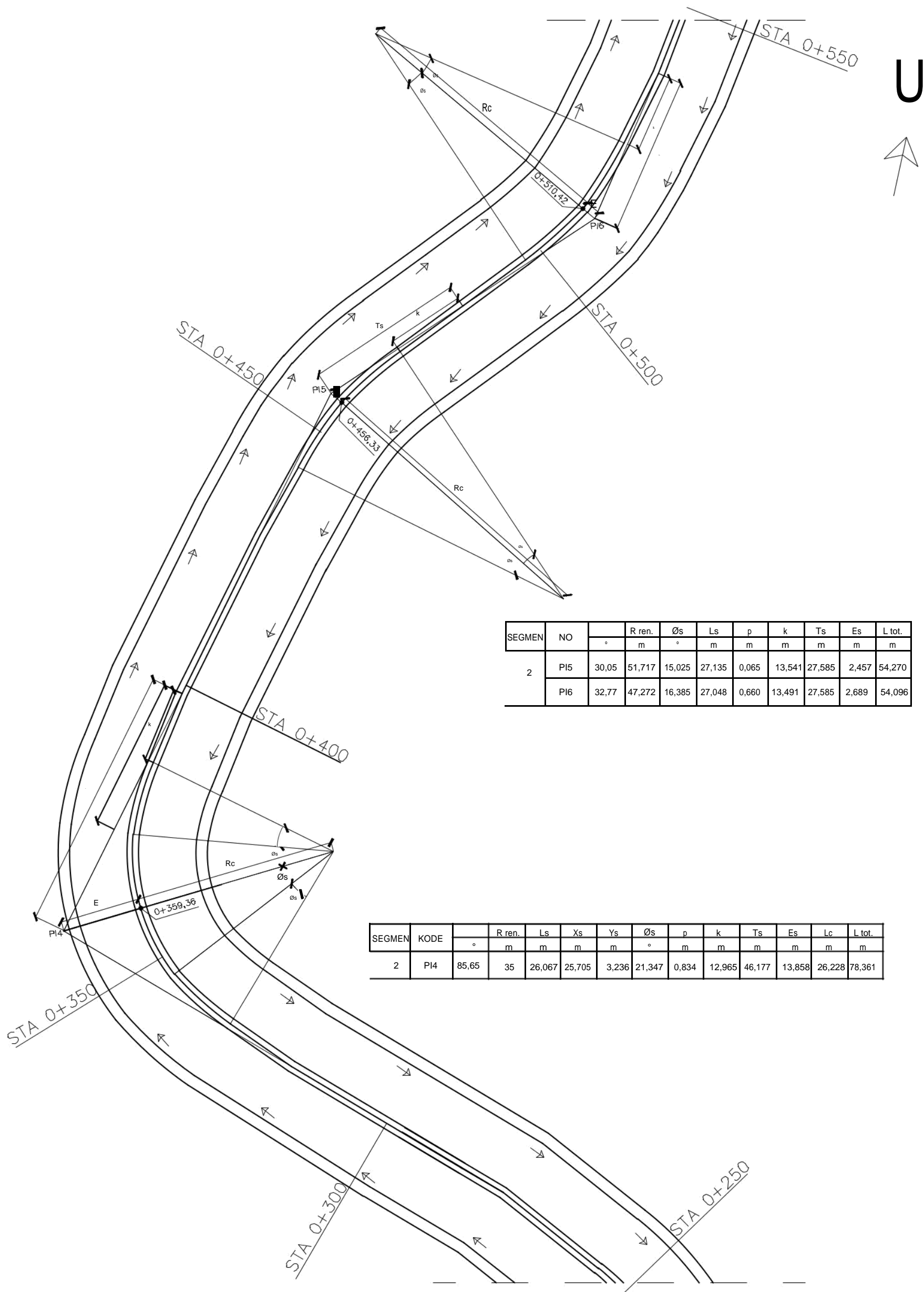
1 : 600

NO GAMBAR

3

TOTAL

22



SEGMENT	NO		R ren.	Øs	Ls	p	k	Ts	Es	L tot.
		°	m	°	m	m	m	m	m	m
2	PI5	30,05	51,717	15,025	27,135	0,065	13,541	27,585	2,457	54,270
	PI6	32,77	47,272	16,385	27,048	0,660	13,491	27,585	2,689	54,096

SEGMENT	KODE		R ren.	Ls	Xs	Ys	Øs	p	k	Ts	Es	Lc	L tot.
		°	m	m	m	m	°	m	m	m	m	m	m
2	PI4	85,65	35	26,067	25,705	3,236	21,347	0,834	12,965	46,177	13,858	26,228	78,361



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI, MS
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA 1

WENING HANIFAH
10111500000133

NAMA MAHASISWA 2

ANNISA NOVITASARI
10111500000036

JUDUL PROYEK AKHIR :

STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL
AND LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR :

PERENCANAAN TIKUNGAN SEGMENT 2
(PI4, PI5, & PI6)

SKALA :

1 : 600

NO GAMBAR

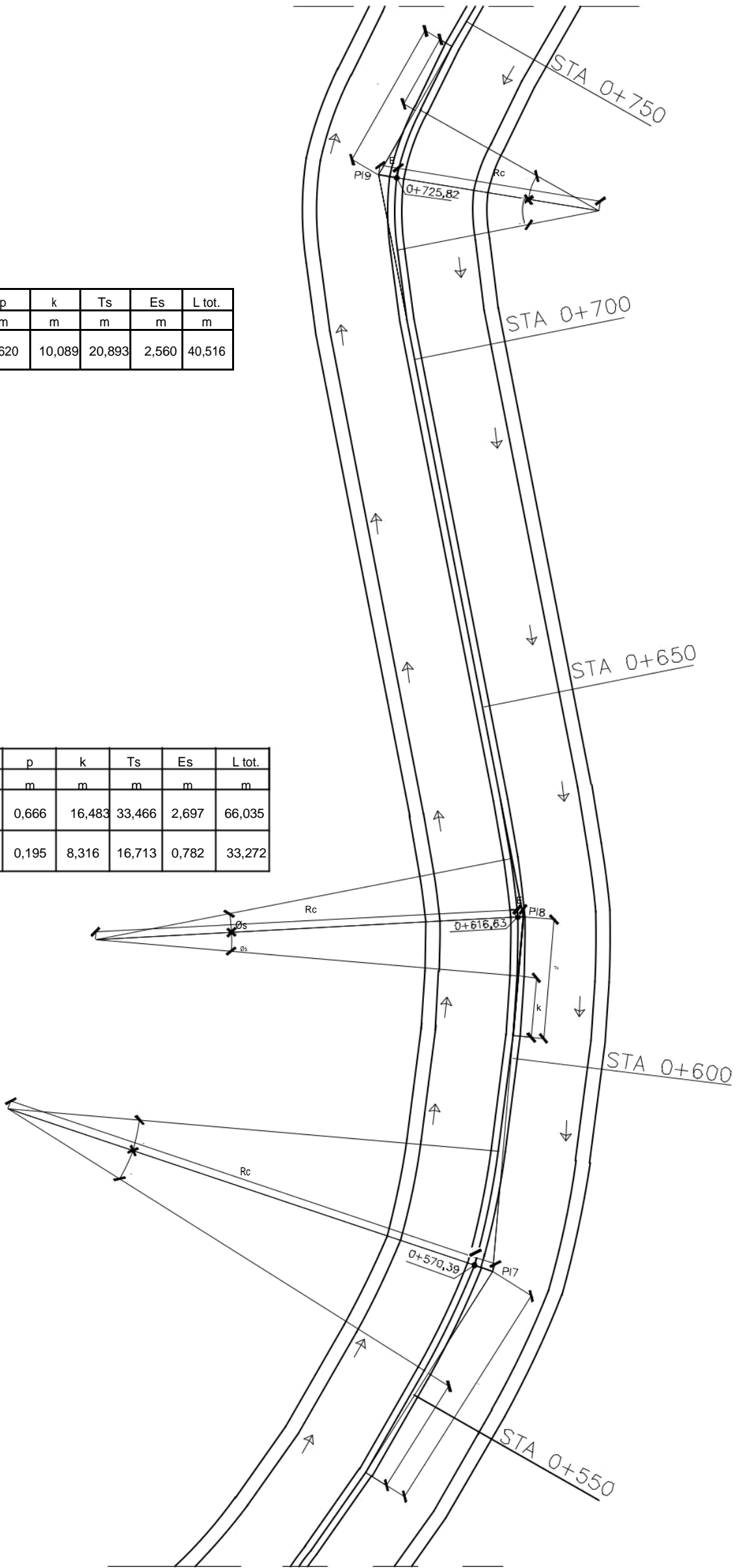
4

TOTAL

22

SEGMENT	KODE		R ren.	Δs	Ls	p	k	Ts	Es	L tot.
		°	m	°	m	m	m	m	m	m
3	PI9	40,71	28,5	20,355	20,258	0,620	10,089	20,893	2,560	40,516

SEGMENT	KODE		R ren.	Δs	Ls	p	k	Ts	Es	L tot.
		°	m	°	m	m	m	m	m	m
3	PI7	27,28	69,318	13,64	33,017	0,666	16,483	33,466	2,697	66,035
	PI8	16	59,55	8	16,636	0,195	8,316	16,713	0,782	33,272



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI, MS
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA 1

WENING HANIFAH
10111500000113

NAMA MAHASISWA 2

ANNISA NOVITASARI
10111500000036

JUDUL PROYEK AKHIR :

STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL
AND LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR :

PERENCANAAN TIKUNGAN SEGMENT 3
(PI7, PI8, & PI9)

SKALA :

1 : 600

NO GAMBAR

5


TOTAL

22

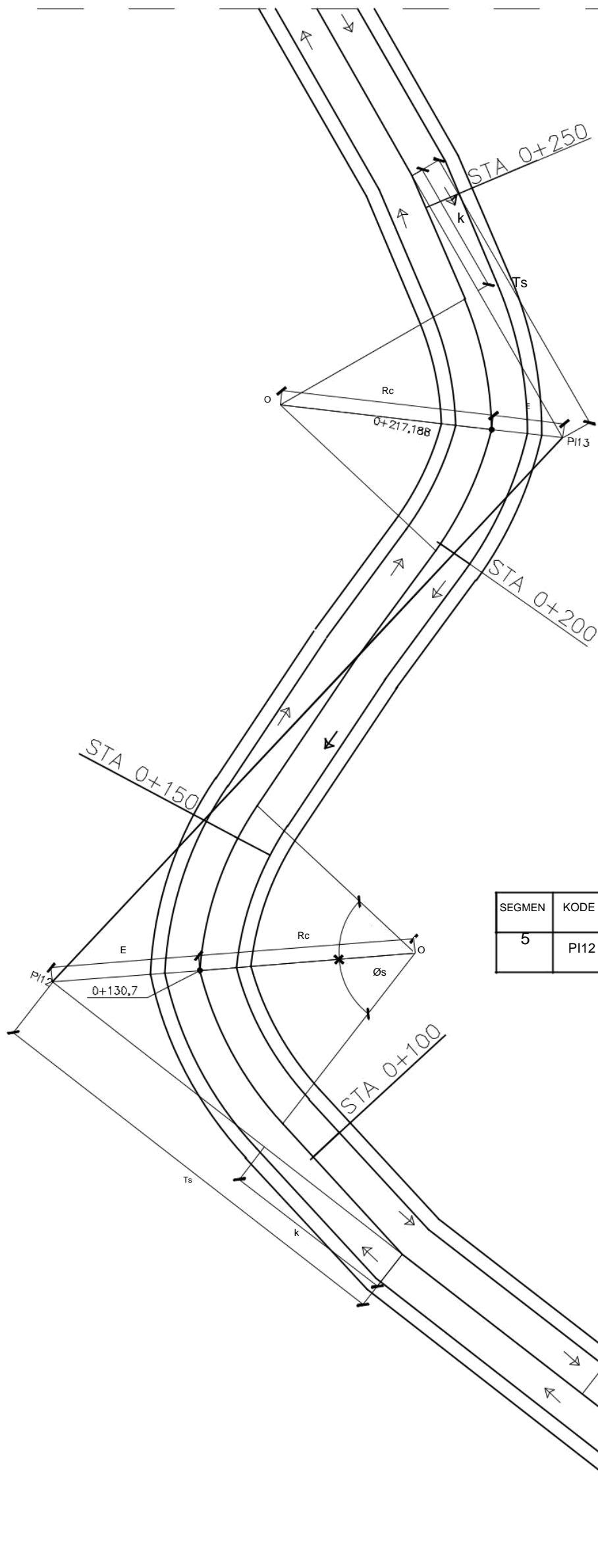


SEGMENT	KODE		R ren.	Øs	Ls	p	k	Ts	Es	L tot.
		°	m	°	m	m	m	m	m	m
4	PI11	24,47	78,81	12,24	33,67	0,61	16,82	34,04	2,45	67,34

SEGMENT	KODE		R ren.	Ls	Xs	Ys	Øs	p	k	Ts	Es	Lc	L tot.
		°	m	m	m	m	°	m	m	m	m	m	m
4	PI10	39,42	94,86	25	24,96	1,10	7,55	0,27	12,49	46,57	6,20	40,23	90,23

 D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	DOSEN PEMBIMBING Ir. RACHMAD BASUKI, MS 19641114 198903 1 004		JUDUL PROYEK AKHIR : STRUKTUR PERKERASAN LENTUR (FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE (TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR	SKALA : 1 :600	
	NAMA MAHASISWA 1	NAMA MAHASISWA 2	NAMA GAMBAR : PERENCANAAN TIKUNGAN SEGMENT 4 (PI10 & PI11)	NO GAMBAR	TOTAL
				6	22
	WENING HANIFAH 10111500000133	ANNISA NOVITASARI 10111500000036			

U



SEGMENT	KODE		R ren	\varnothing_s	Ls	p	k	Ts	Es	L tot.
		°	m	°	m	m	m	m	m	m
5	PI13	72,95	29,61	36,48	37,72	2,21	18,59	42,11	9,96	75,44

SEGMENT	KODE		R ren.	\varnothing_s	Ls	p	k	Ts	Es	L tot.
		°	m	°	m	m	m	m	m	m
5	PI12	95,28	30	47,64	49,91	4,05	24,29	61,63	20,24	99,82



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI, MS
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA 1

WENING HANIFAH
10111500000133

NAMA MAHASISWA 2

ANNISA NOVITASARI
10111500000036

JUDUL PROYEK AKHIR :

STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL
AND LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR :

PERENCANAAN TIKUNGAN SEGMENT 5
(PI12 & PI13)

SKALA :

1 :600

NO GAMBAR

7

TOTAL

22



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN,
JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

LONG SECTION A

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI, Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

NO. LEMBAR

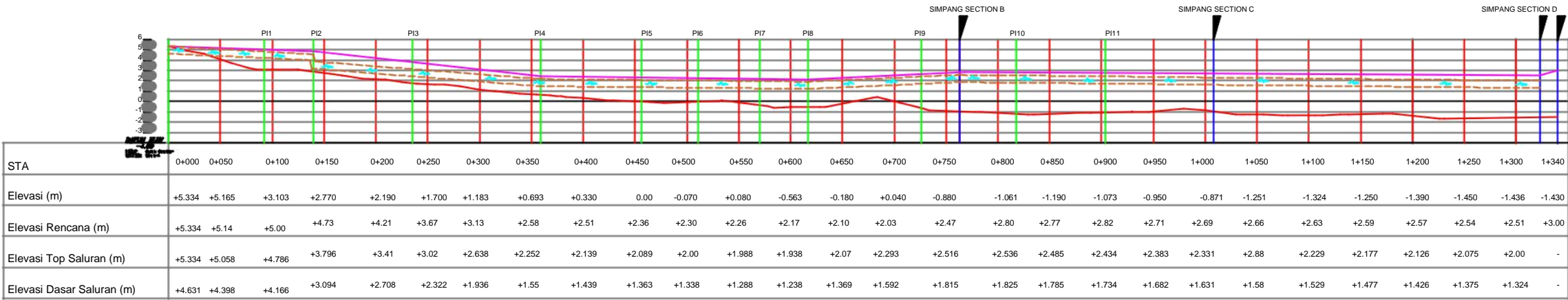
JUMLAH

8

22

GRAFIK RENCANA LONG SECTION

Section A



Skala Vertikal 1 : 10
Skala Horizontal 1 : 1

KETERANGAN

- Profil Permukaan Tanah
- Elevasi Rencana
- Garis simpang
- Arah Aliran Drainase
- Saluran Drainase



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN,
JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

LONG SECTION B

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

NO. LEMBAR

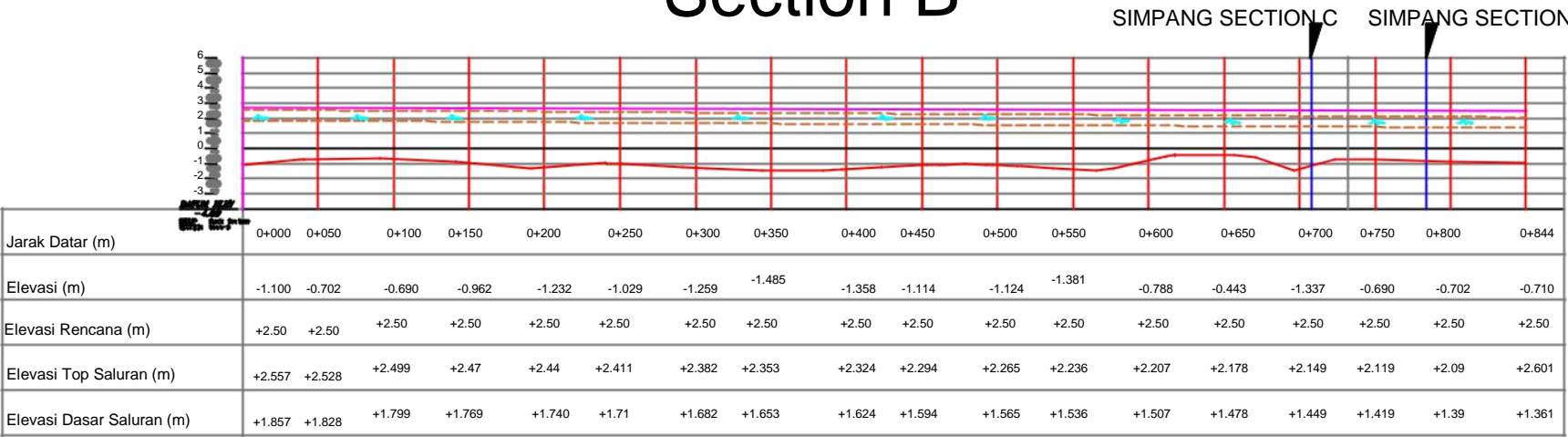
JUMLAH

9

22

GRAFIK RENCANA LONG SECTION

Section B



Skala Vertikal 1 : 10
Skala Horizontal 1 : 1

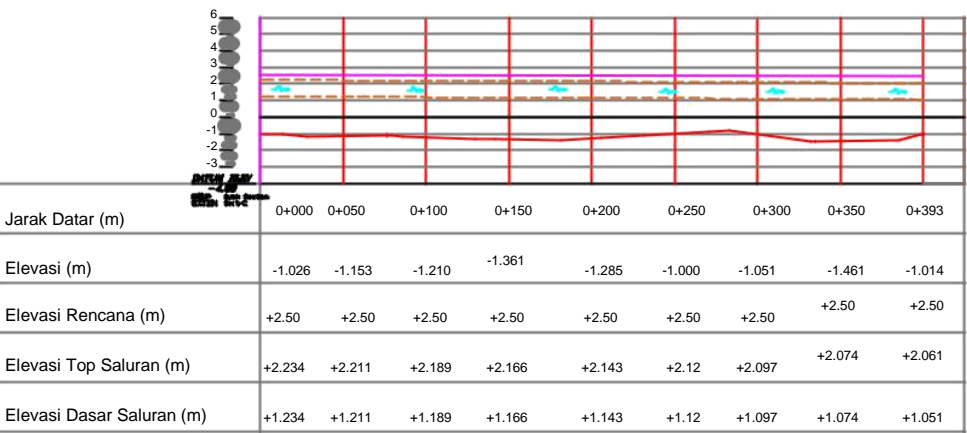
KETERANGAN

Profil Permukaan Tanah
Elevasi Rencana
Garis simpang
Arah Aliran Drainase
Saluran Drainase

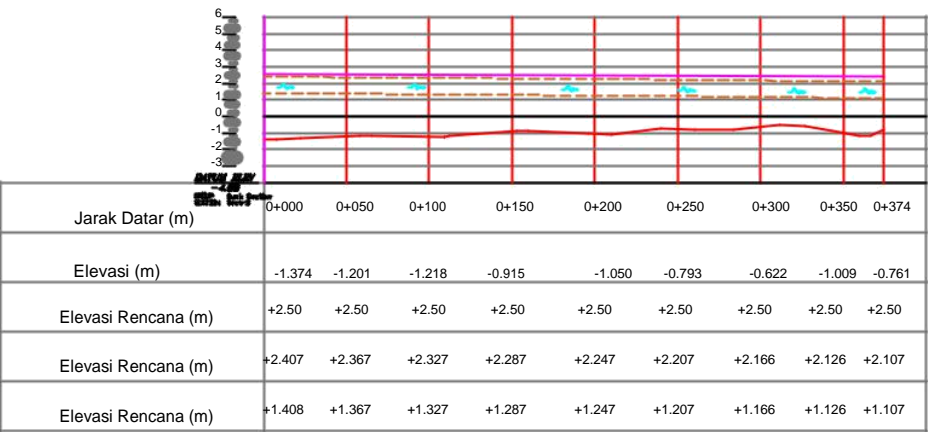


GRAFIK RENCANA LONG SECTION

Section C



Section D



Skala Vertikal 1 : 10
Skala Horizontal 1 : 1

KETERANGAN
Profil Permukaan Tanah
Elevasi Rencana
Garis simpang
Arah Aliran Drainase
Saluran Drainase



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN
LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN
KAWASAN *INTEGRATED TANK STORAGE
TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE*
(TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

LONG SECTION C & D

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

NO. LEMBAR

JUMLAH

10

22



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN
LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN
KAWASAN *INTEGRATED TANK STORAGE*
(TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION STA 0+000 & 0 + 100

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI, Ms
19641114 198903 1 004
NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

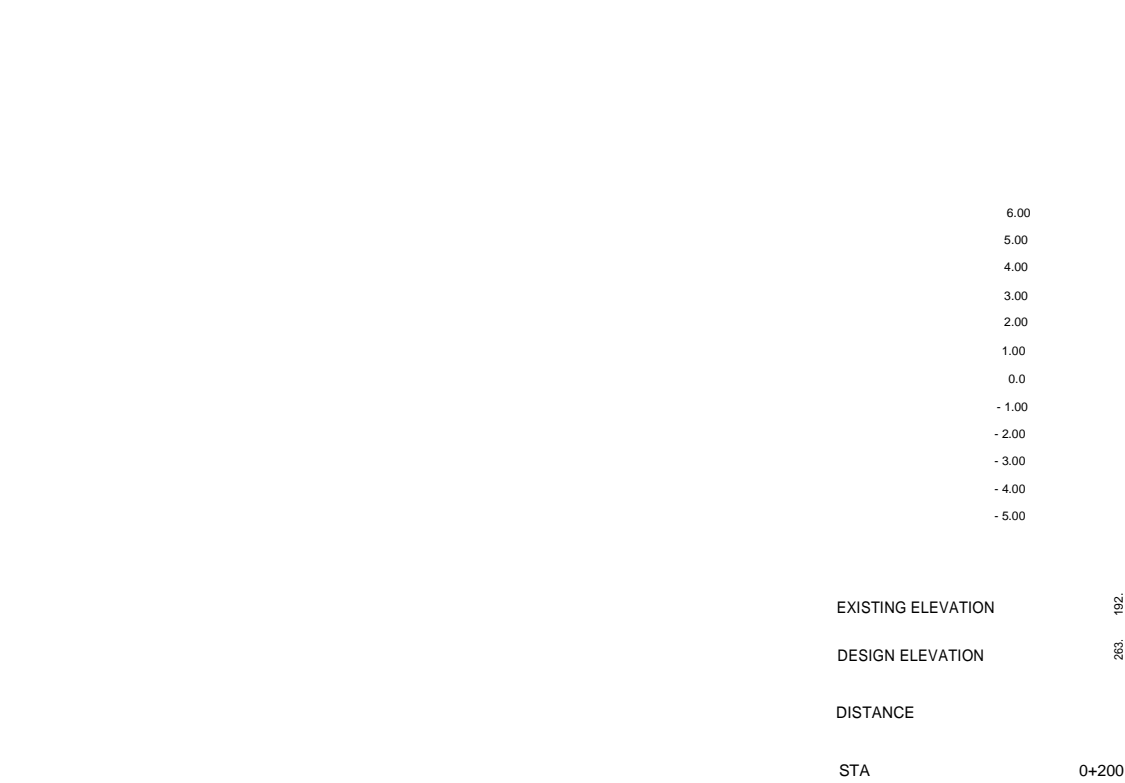
KETERANGAN

NO. LEMBAR

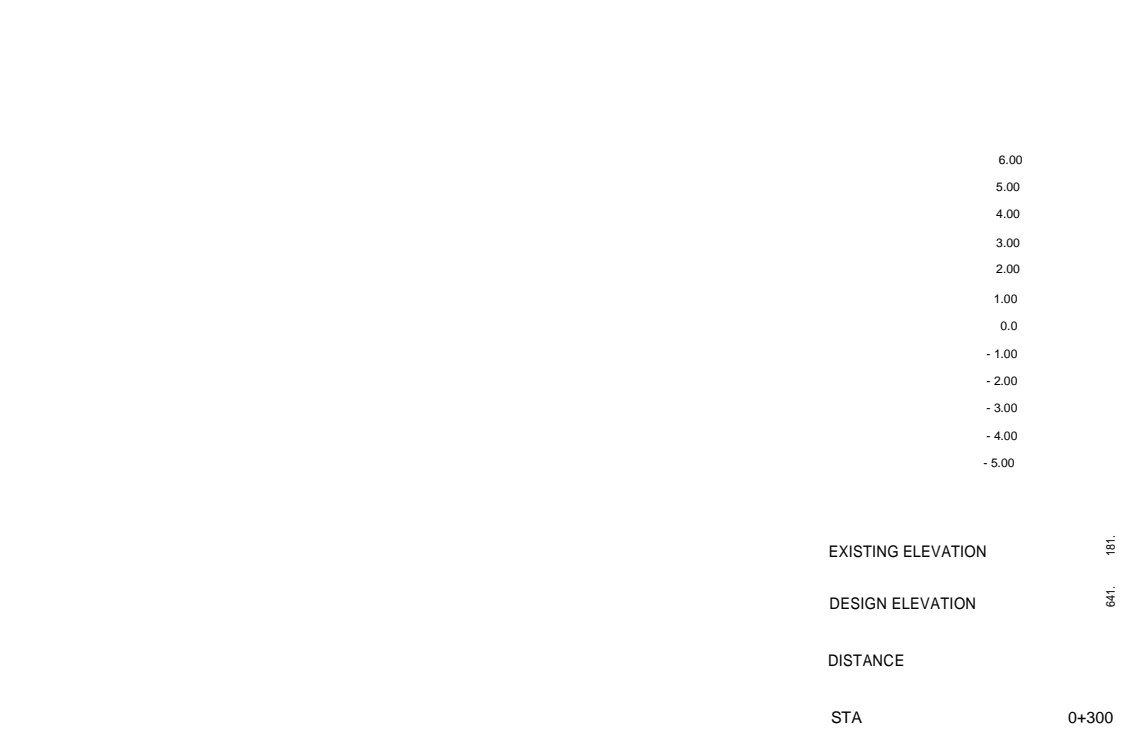
JUMLAH

11

22



CROSS SECTION STA 0+200



CROSS SECTION STA 0+300

D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN
LENTUR (FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN
KAWASAN INTEGRATED TANK STORAGE
TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE
(TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION STA 0+200 & 0 + 300

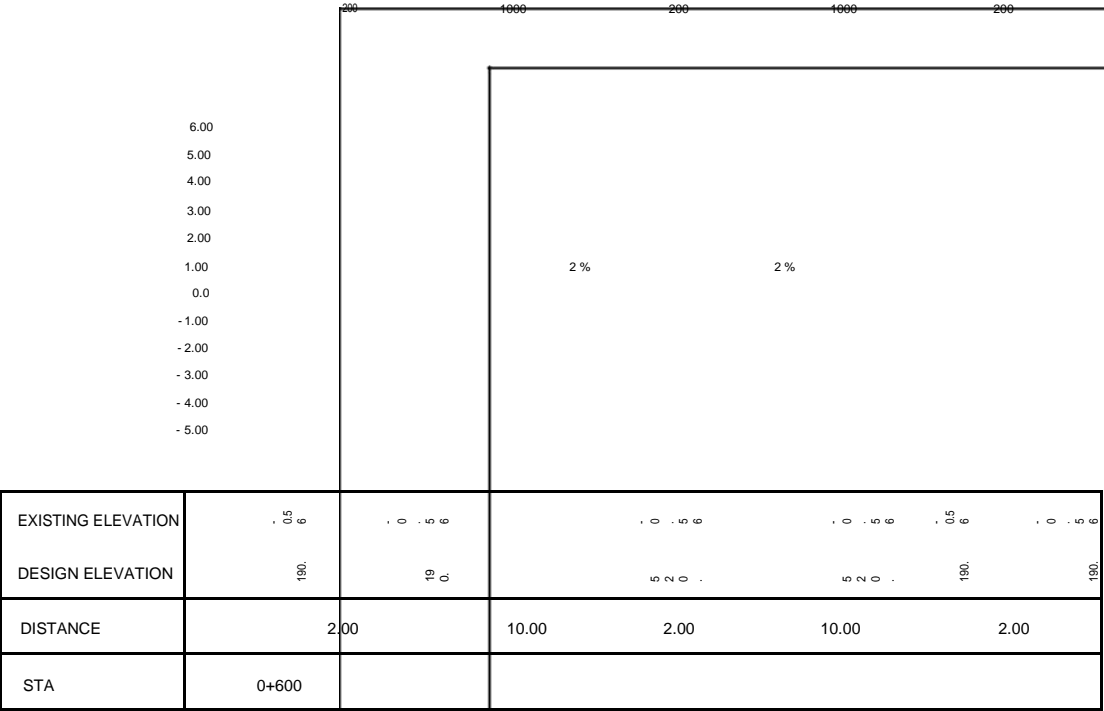
NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

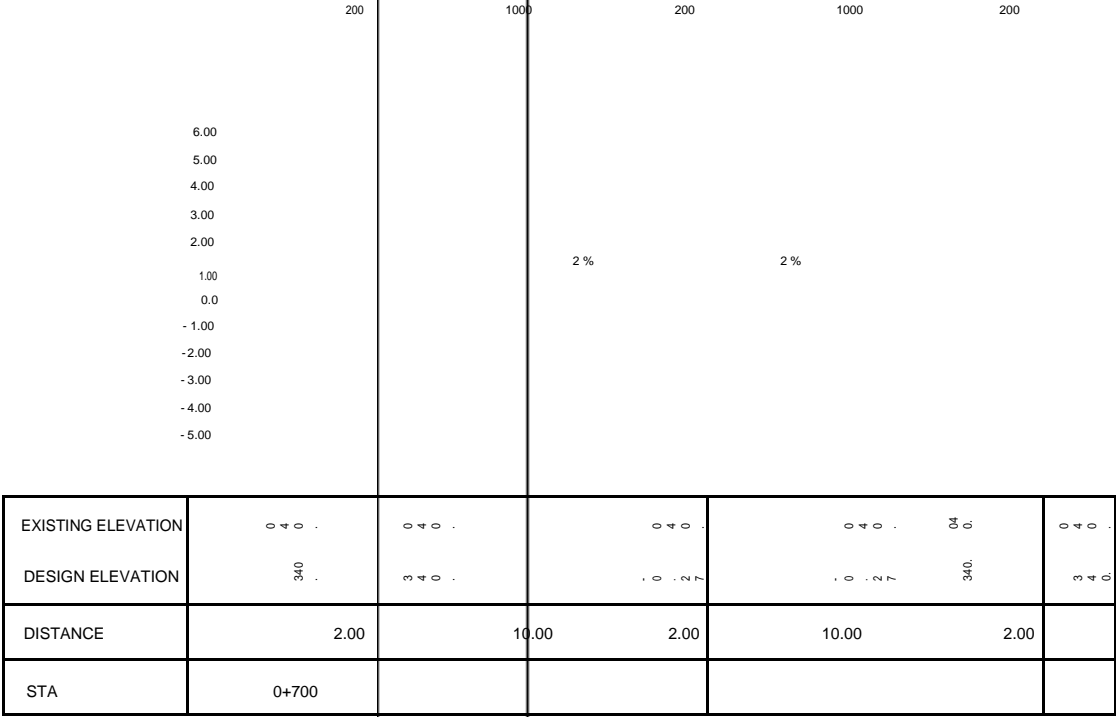
KETERANGAN

NO. LEMBAR JUMLAH

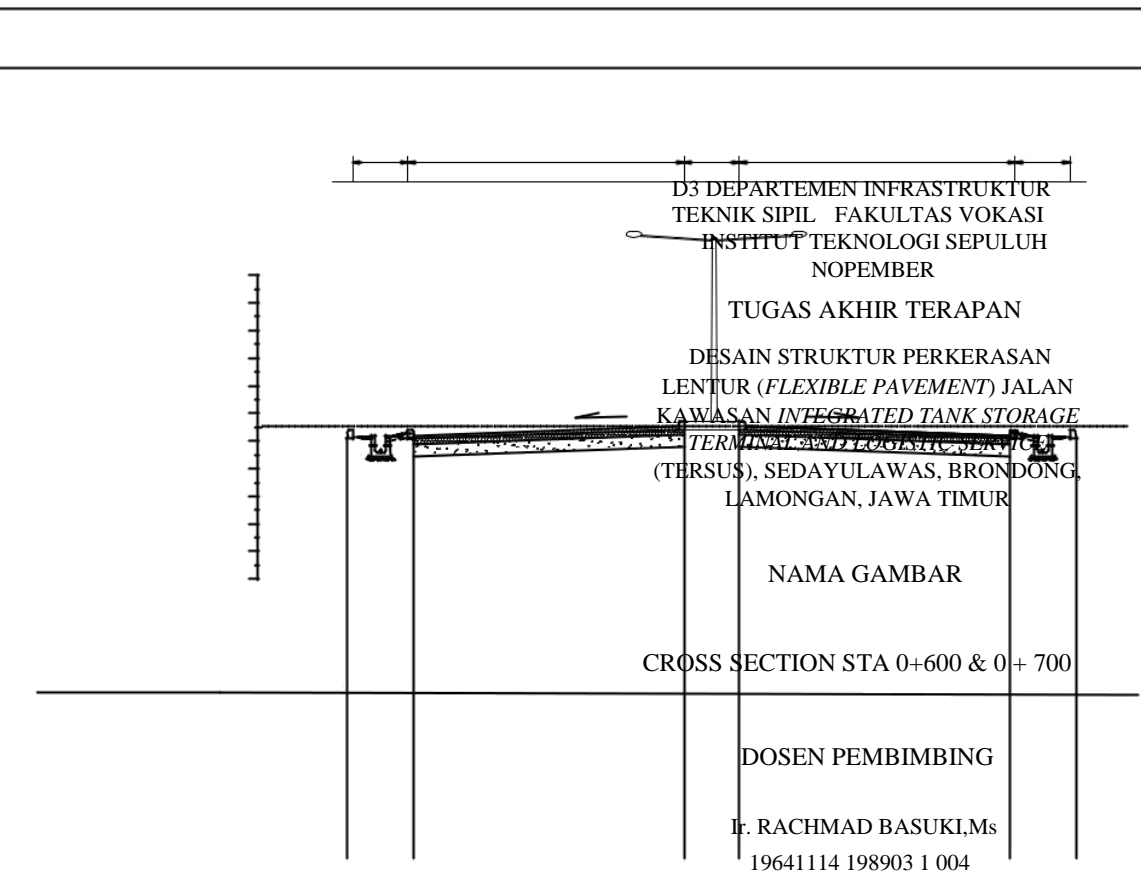
12 22



CROSS SECTION STA 0+600



CROSS SECTION STA 0+700



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER
TUGAS AKHIR TERAPAN
DESAIN STRUKTUR PERKERASAN
LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN
KAWASAN *INTEGRATED TANK STORAGE*
TERMINAL AND LOGISTIC CENTER
(TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

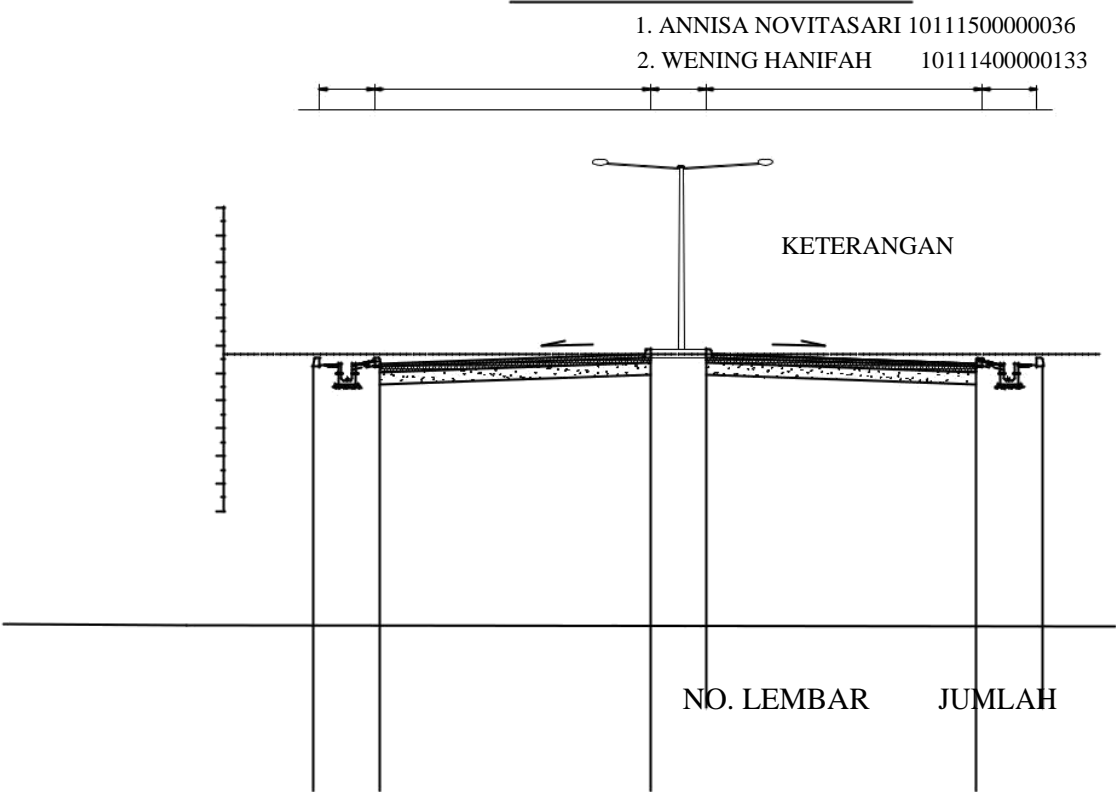
CROSS SECTION STA 0+600 & 0+ 700

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

- 1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
- 2. WENING HANIFAH 10111400000133



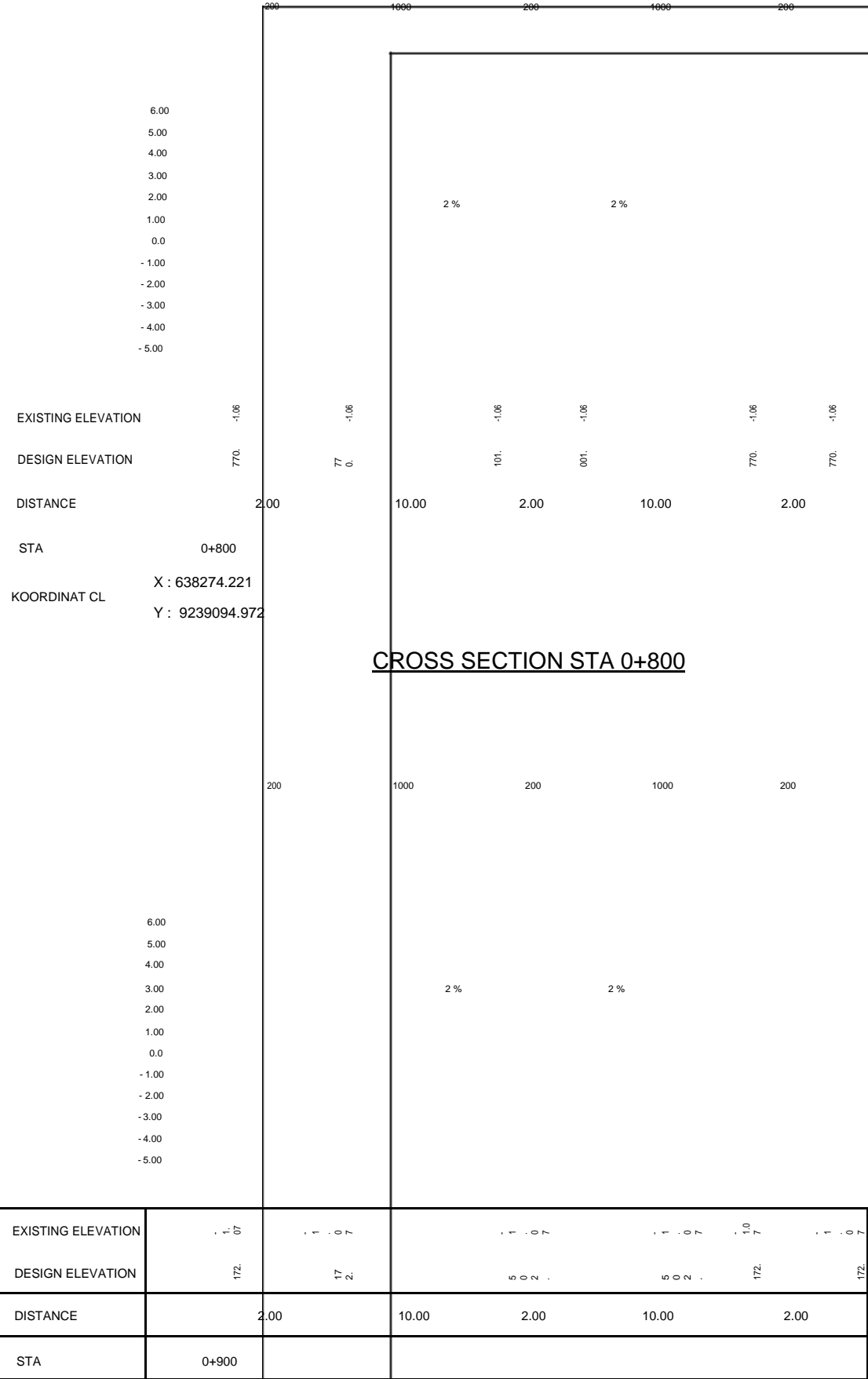
KETERANGAN

NO. LEMBAR

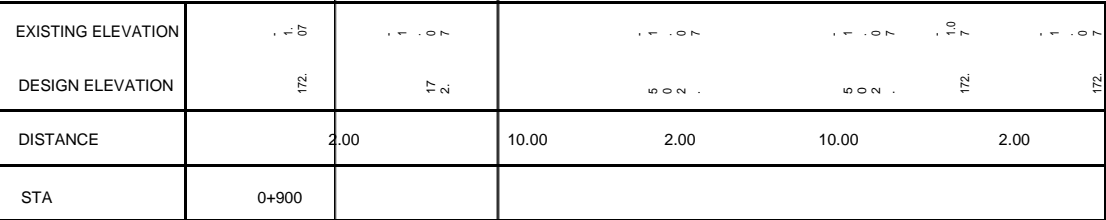
JUMLAH

14

22



CROSS SECTION STA 0+800



CROSS SECTION STA 0+900

D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN
LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN
KAWASAN *INTEGRATED TANK STORAGE
TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE*
(TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

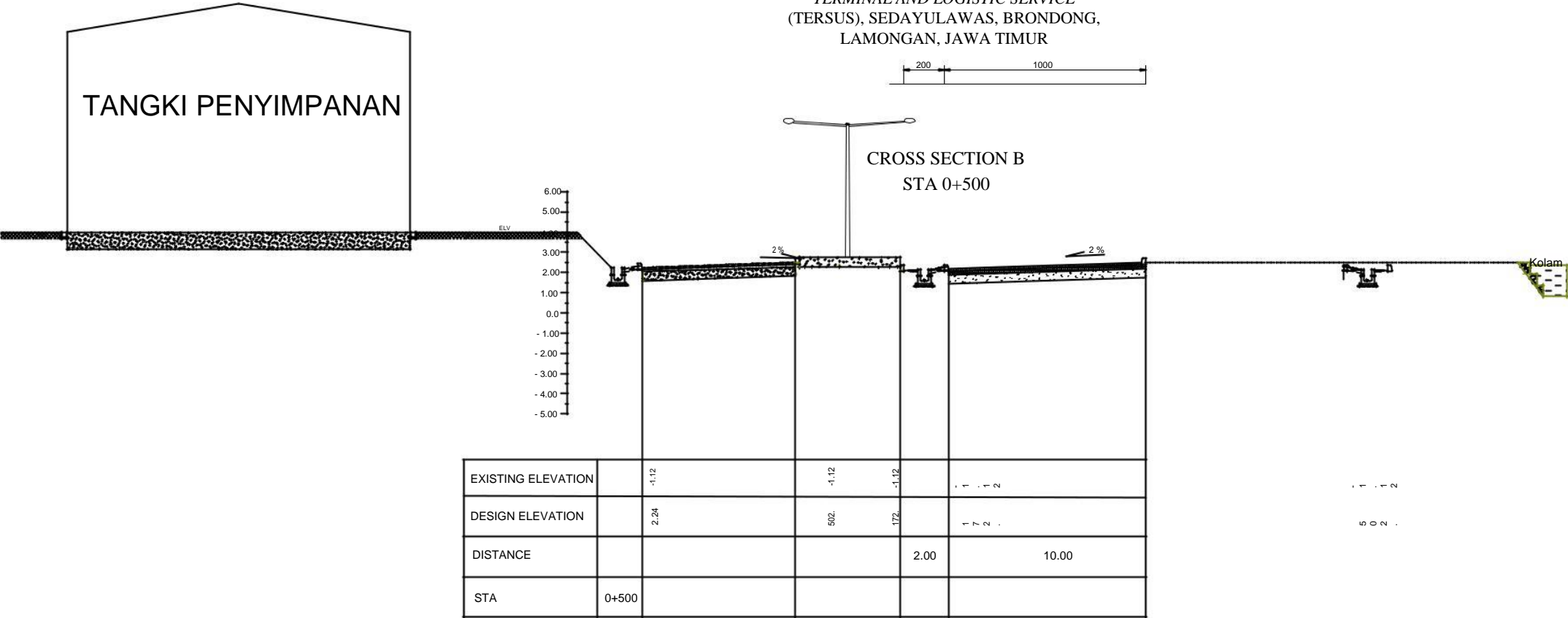
NAMA GAMBAR					
CROSS SECTION STA 0+800 & 0 + 900					
DOSEN PEMBIMBING					
Ir. RACHMAD BASUKI,Ms 19641114 198903 1 004					

NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

NO. LEMBAR	JUMLAH
15	22



CROSS SECTION STA 0+500



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI

TUGAS AKHIR TERAPAN	
NAMA GAMBAR	
DOSEN PEMBIMBING	
Ir. RACHMAD BASUKI,Ms 19641114 198903 1 004	
NAMA MAHASISWA	
1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036 2. WENING HANIFAH 101114000000133	
KETERANGAN	
NO. LEMBAR	JUMLAH
16	22



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN,
JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION B
STA 0+600

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

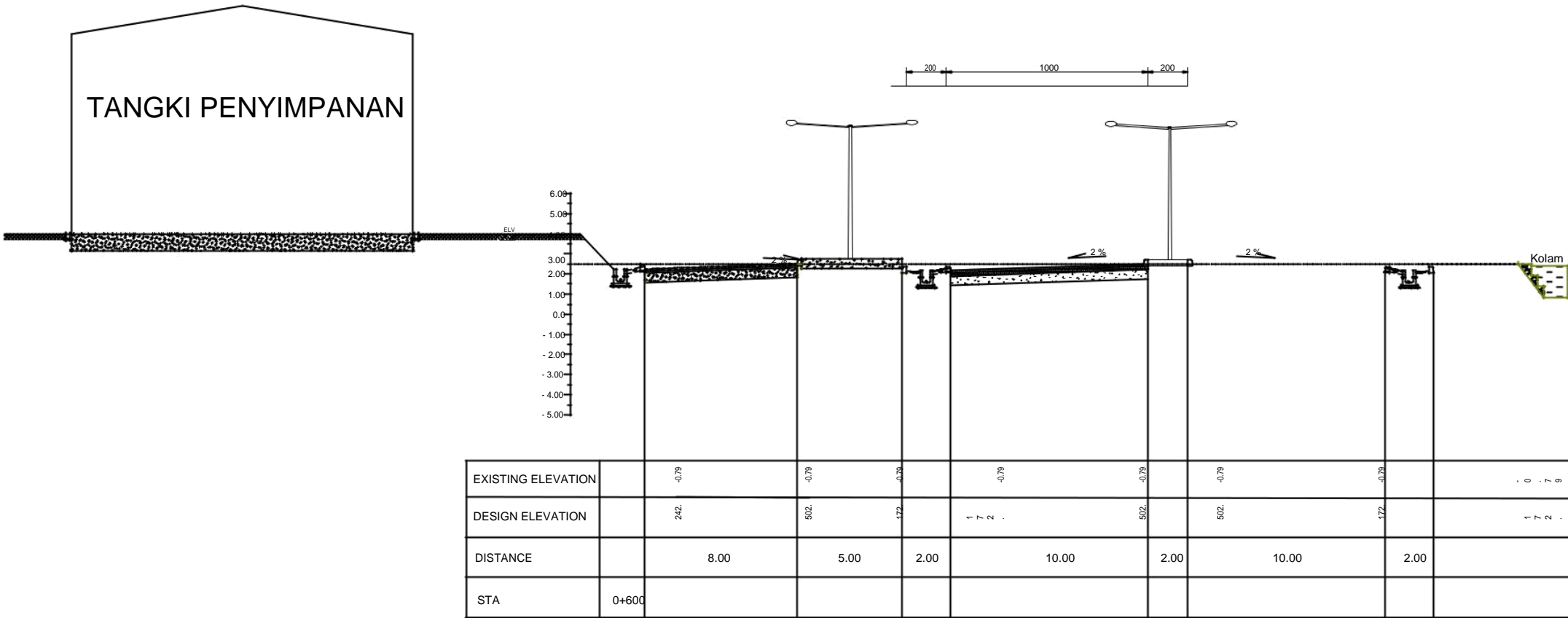
KETERANGAN

NO. LEMBAR

JUMLAH

17

22



CROSS SECTION STA 0+600



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN,
JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION B
STA 0+650

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

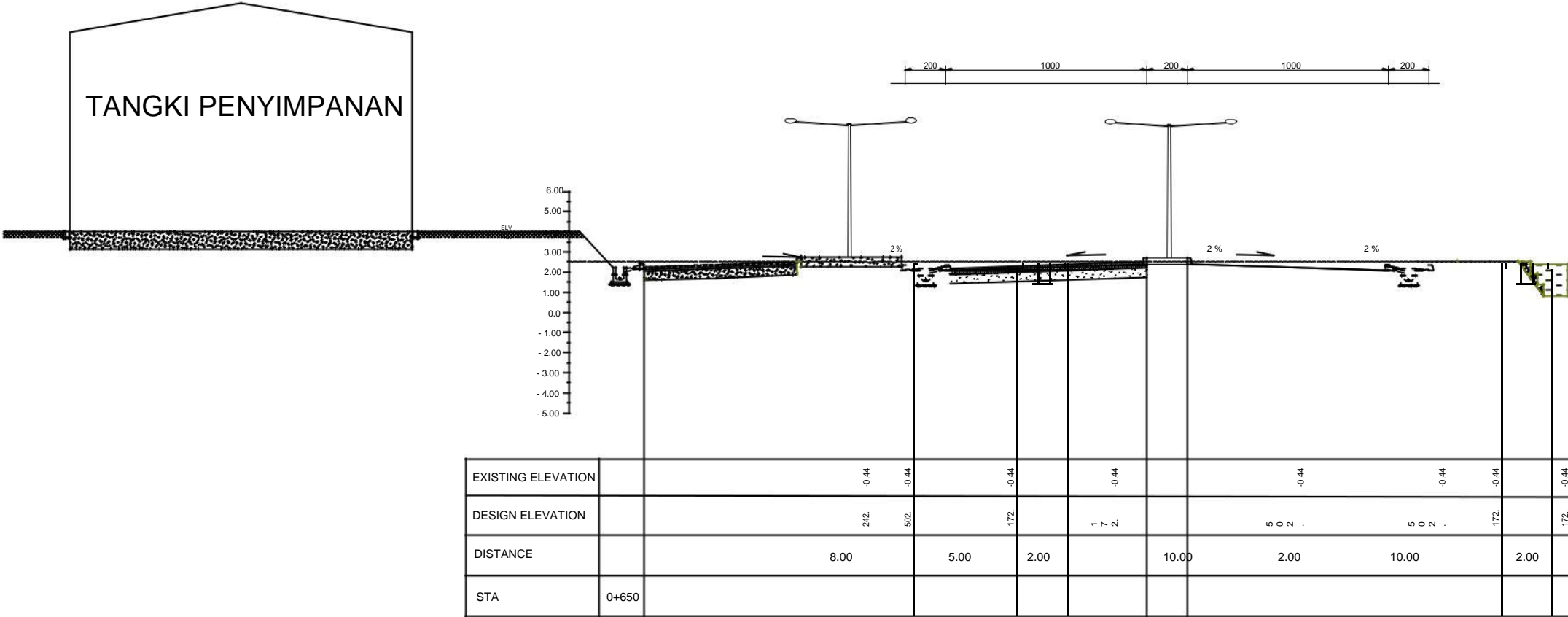
1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

NO. LEMBAR JUMLAH

18

22



CROSS SECTION STA 0+650



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN,
JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION B
STA 0+700

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

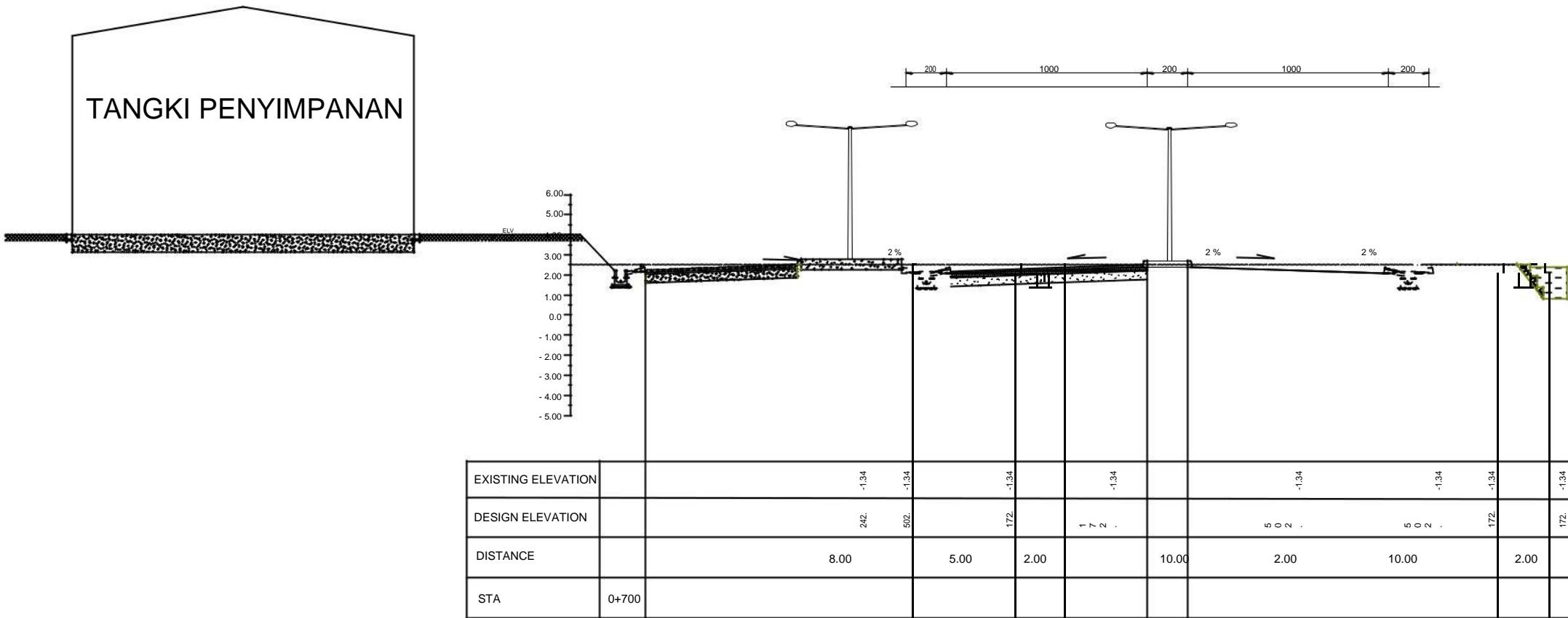
1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

NO. LEMBARJUMLAH

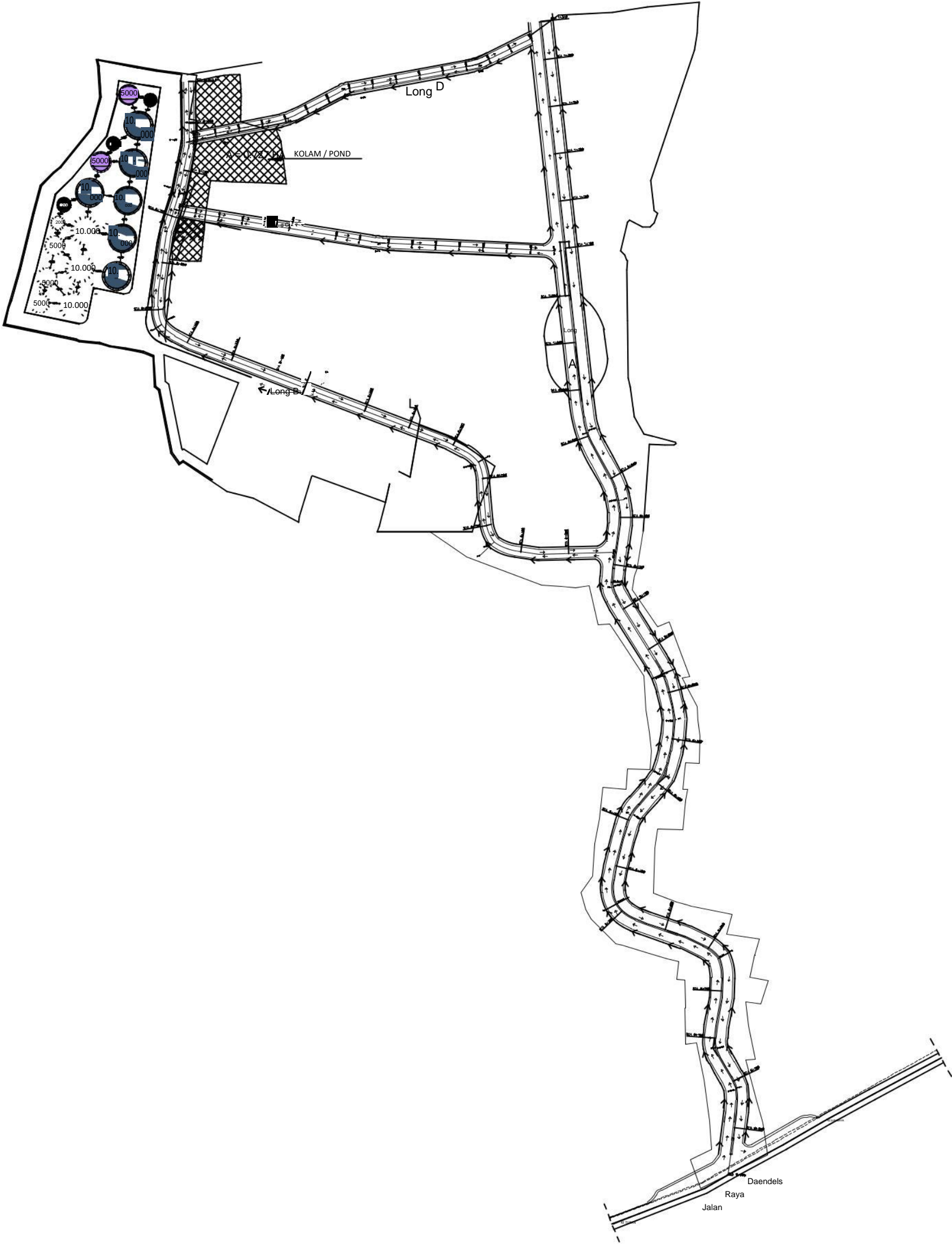
19


22

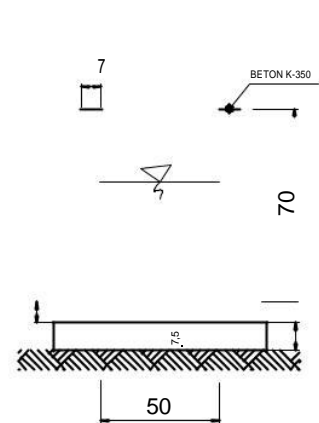


CROSS SECTION STA 0+700

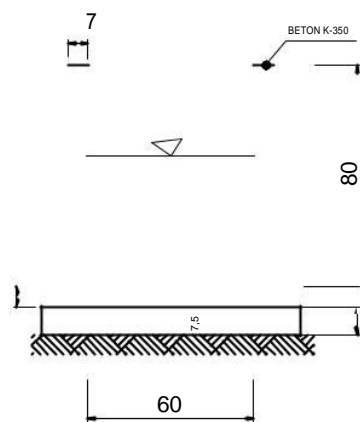
Laut Jawa



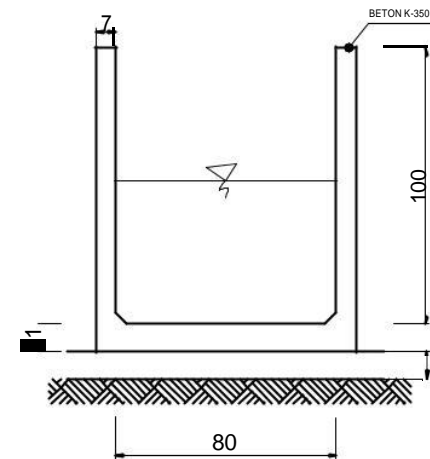
 <p>D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	DOSEN PEMBIMBING		JUDUL PROYEK AKHIR : STRUKTUR PERKERASAN LENTUR (<i>FLEXIBLE PAVEMENT</i>) JALAN KAWASAN <i>INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL</i> <i>AND LOGISTIC SERVICE</i> (TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN, JAWA TIMUR		SKALA : 1 :4500	
	Ir. RACHMAD BASUKI, MS 19641114 198903 1 004		NAMA GAMBAR : <			



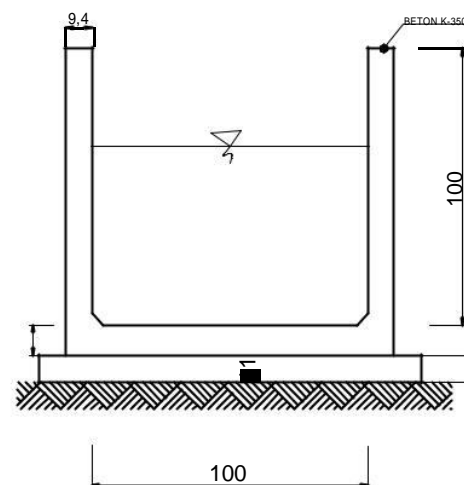
DETAIL SALURAN DRAINASE
U DITCH 50 x 70 x 120



DETAIL SALURAN DRAINASE
U DITCH 60 x 80 x 120



DETAIL SALURAN DRAINASE
U DITCH 80 x 100 x 120



DETAIL SALURAN DRAINASE
U DITCH 100 x 100 x 120



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN
LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) JALAN
KAWASAN *INTEGRATED TANK STORAGE
TERMINAL AND LOGISTIC SERVICE*
(TERSUS), SEDAYULAWAS, BRONDONG,
LAMONGAN, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

DETAIL SALURAN DRAINASE JALAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

SKALA 1 : 25

NO. LEMBAR

JUMLAH

21

22



D3 DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR
TEKNIK SIPIL FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR
(FLEXIBLE PAVEMENT) JALAN KAWASAN
INTEGRATED TANK STORAGE TERMINAL AND
LOGISTIC SERVICE (TERSUS),
SEDAYULAWAS, BRONDONG, LAMONGAN,
JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

DETAIL LAPIS PERKERASAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHMAD BASUKI,Ms
19641114 198903 1 004

NAMA MAHASISWA

1. ANNISA NOVITASARI 10111500000036
2. WENING HANIFAH 10111400000133

KETERANGAN

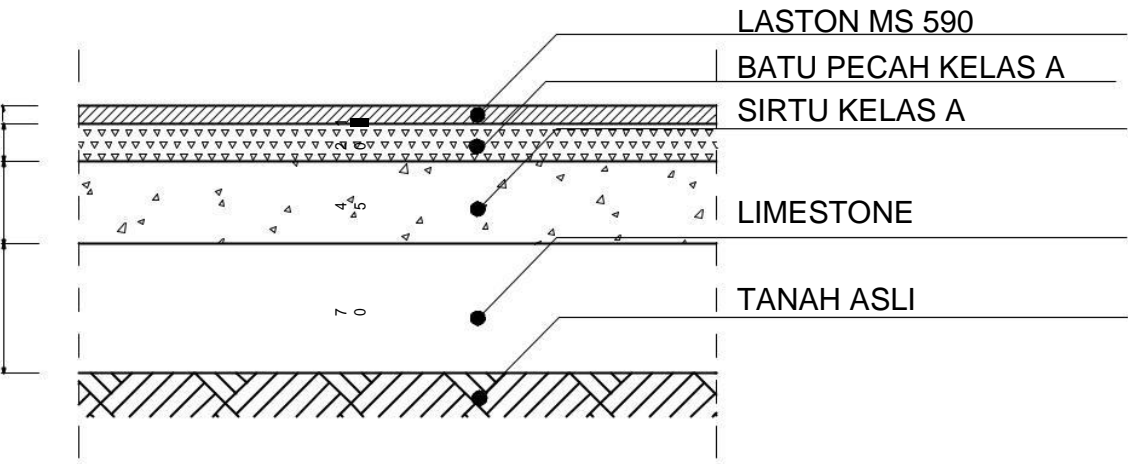
SKALA 1 : 40

NO. LEMBAR

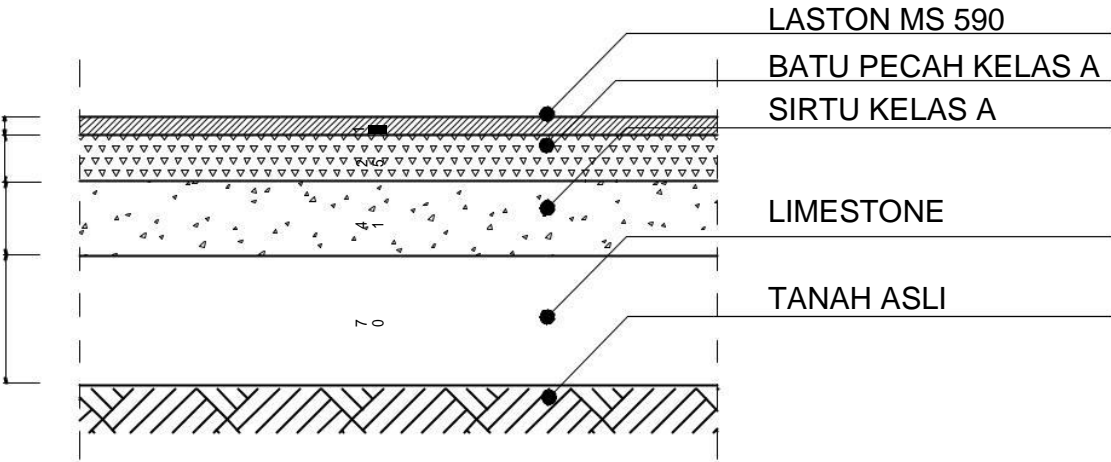
JUMLAH

22

22



DETAIL PERKERASAN LONG A



DETAIL PERKERASAN LONG B, C, & D